

Industrialization and Environment Quality:  
Paying the Price





The 1990 TDRI Year-End Conference

***INDUSTRIALIZING THAILAND AND  
ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT***

Session: Industrializing Thailand and the Impact on Its Environment

Synthesis Paper No. 3

**Industrialization and Environmental Quality:  
Paying the Price**

**Dhira Phantumvanit  
Theodore Panayotou**

December 8-9, 1990  
Ambassador City Jomtien, Chon Buri

## **List of Researchers in the Project**

### ***Industrializing Thailand and Its Impact on the Environment***

Policy research is a team effort. The names of researchers mobilized to undertake the various studies in preparation for the 1990 TDRI Year-End Conference and their respective topics of responsibility are listed below:

**Project Director:** Dr. Dhira Phantumvanit  
**Project Advisor:** Dr. Theodore Panayotou

**Theme:** Natural Resources for the Future

**Synthesis Paper #1:** Natural Resources for a Sustainable Future: Spreading the Benefits

**Researchers:** Dr. Dhira Phantumvanit  
 Dr. Theodore Panayotou

**Research Report #1:** Land and Forest: Projecting Demand and Managing Encroachment

**Researchers:** Dr. Theodore Panayotou  
 Dr. Chartchai Parasuk

**Research Associate:** Khun Chiraphan Kulthubsak

**Research Report #2:** Deforestation and Poverty: Can Commercial and Social Forestry Break the Vicious Circle?

**Researchers:** Dr. Sopin Tongpan  
 Dr. Theodore Panayotou  
 Khun Songpol Jetanavanich  
 Khun Ketty Faichampa  
 Dr. Charlie Mehl

**Research Report #3:** Water Shortages: Managing Demand to Expand Supply

**Researchers:** Dr. Sacha Sethaputra  
 Dr. Theodore Panayotou  
 Dr. Vute Wangwacharakul

**Research Associate:** Khun Nittayaporn Ratanachompoo

**Theme:**            **Mineral Resources Development and Its Environmental Implications**

**Synthesis Paper #2:**            **Mining, Environment and Sustainable Land Use: Meeting the Challenge**

**Researchers:**            Dr. Theodore Panayotou  
                                 Dr. Quanchai Leepowpanth  
                                 Dr. Duangjai Intarapavich

**Research Report #4:**            **Mineral Resource Development: Making the Best of a Limited Resource**

**Researchers:**            Dr. Duangjai Intarapavich  
                                 Dr. Quanchai Leepowpanth  
                                 Dr. Theodore Panayotou  
                                 Dr. Sunt Rachadawong

**Research Associate:**            **Khun Panitta Na Nakorn**

**Theme: Industrializing Thailand and the Impact on Its Environment**

### Synthesis Paper #3: Industrialization and Environmental Quality: Paying the Price

**Researchers:** Dr. Dhira Phantumvanit  
Dr. Theodore Panayotou

**Research Report #5:** The Greening of Thai Industry: Producing More and Polluting Less

**Researchers:** Khun Phanu Kritiporn  
Dr. Theodore Panayotou  
Khun Kerkpong Charnprateep

**Research Associate:** Khun Amornwan Resanond

Research Report #6: Urbanization and Environment: Managing the Conflict

**Researchers:** Dr. Banasopit Mekvichai  
Mr. David Foster  
Khun Sapon Chomchan  
Khun Phanu Kritiporn

**Research Associate:** Khun Maysaya Chanawan

## Research Report #7: Energy and Environment: Choosing the Right Mix

**Researchers:** Dr. Tienchai Chongpeerapien  
Khun Somthawin Sungsuwan  
Khun Phanu Kritiporn  
Khun Suree Buranasajja  
Resource Management Associates  
(Dr. Wesley Foell, Dr. Mark Hanson,  
Mr. Robert Lopez)

**Research Associates:** Khun Pramote Cheowchaiporn  
Khun Wannit Arpechatakorn  
Khun Watcharee Santisukpisan

## Supplementary Document

Supplementary Report: Integrated Information for Natural Resources Management

**Researchers:** Khun Paul Hastings  
Khun Chatchawan Boonraksa

**Research Associates:** Khun Surassawadee Tanprasat  
Khun Surachai Chayawatanakijja

<b>Other Researcher:</b>	Khun Piyanoot Siwabut
<b>Editors:</b>	Ms. Christine Van Roosen Ms. Claudia Winkelman Ms. Nancy Conklin
<b>Secretaries:</b>	Khun Chuchitt Sombunthawong Khun Kwancheevit Pinyakul Khun Rungrat Phurekanokrat Khun Songsiri Suwanjinda Khun Warunee Pariyamekin Khun Haranya Tanaree

This project is a collaborative effort between Thailand Development Research Institute and Harvard Institute for International Development. The services of Dr. Theodore Panayotou, Dr. Wesley Foell, Dr. Mark Hanson, Mr. Robert Lopez, and Mr. David Foster were provided under this cooperation.

## List of Institutional Supporters

Financial resources for the project *Industrializing Thailand and Its Impact on the Environment* were made available through the support of the following organizations:

1. Department of Technical and Economic Cooperation (DTEC), Government of Thailand.
2. United States Agency for International Development (USAID), under the project *Privatization for Natural Resources Development*.
3. United States Agency for International Development (USAID), under the *Management of Natural Resources and Environment Project (MANRES)*.



# Contents

	<u>Page</u>
<b>List of Researchers</b>	i
<b>Table of Contents</b>	viii
<b>List of Tables</b>	ix
<b>List of Figures</b>	x
<b>Acknowledgements</b>	xi
<b>Industrialization and Environmental Quality: Paying the Price (in Thai)</b>	xii
 <b>Chapter 1 Introduction</b>	 1
 <b>Chapter 2 The Issues</b>	 4
Dealing with Larger Quantities of More Hazardous Industrial Waste	4
In Search of the Right Energy Mix	7
Regulating Land Use and Financing Urban Infrastructure	8
 <b>Chapter 3 The Findings</b>	 10
Industry and the Environment	10
Energy and the Environment	13
Urbanization and Environment	17
 <b>Chapter 4 Recommendations</b>	 24
Challenges and Choices	24
The Five Principles of Cost-Effective Environmental Management	26
1. An Ambient Quality Target	
2. The Minimum Cost Principle	
3. The Polluter-Pays-Principle	
4. The Competitiveness Imperative	
5. Policy Transition	
Policies for Controlling Industrial Pollution	28
Hazardous Waste	28
Biodegradable Waste	30
Industrial Air Pollution	31
Industrial Promotion and Industrial Location	35
Choosing the Right Energy Mix	37
Transportation	38
The Power Sector	39
Greenhouse Gas Emissions	40
Managing the Urbanization-Environment Conflict	43
Environmental Impact Fees	43
Transferable Development Rights (TDRs)	46
Conclusion	47
 Reference	 49

## List of Tables

	<u>Page</u>
Table 1 Major Industries Registered with the Department of Industrial Works (by Decade End)	5
Table 2 Greenhouse Gas Emission: A Country Comparison	9
Table 3 Hazardous Waste: Environmental Risk Factors and Cost Effectiveness of Treatment, 1991	11
Table 4 Biochemical Oxygen Demand (BOD) Load to Major Rivers in Thailand, 1986	11
Table 5 Projected Quantity of Hazardous Waste by Region, 1986-2001	
Table 6 Energy Demand in Thailand	14
Table 7 Summary of Key Greenhouse Gases Affected by Human Activities	16
Table 8 The BMR's Agricultural Area, Selected Years	19
Table 9 Comparative Environmental Investments	22
Table 10 Total Cost of Hazardous Waste Treatment, 1991	28
Table 11 Forecasted Biochemical Oxygen Demand (BOD) Loading, 1991-2010	32
Table 12 Industrial Biodegradable Waste: Annually Cost of Treatment at 70% Level	33
Table 13 Comparison of Gaseous Emission vs. Fuel Cost in the Manufacturing Sector (Fuel Cost 1988)	33
Table 14 Energy Emissions by Sector, by Type	37
Table 15 Comparison of Thailand's Carbon Released Due to Fuel Consumption and Deforestation	42

# List of Figures

Figure 1 Distribution of Registered Factories by Region (1989)	6
Figure 2 Changes in Total and Urban Population, 1990-2000	17
Figure 3 Differential Growth Rates of GDP and Infrastructure	21
Figure 4 Number of Industrial Estates by Region (1989)	36

# Acknowledgements

A synthesis paper, by nature, is a collective effort. The contribution of all the staff of TDRI in the research project "Industrializing Thailand and Its Impact on the Environment" is appreciated and herewith acknowledged. The authors would also like to express their gratitude to the numerous experts and authorities, both in the public and private sector, whose viewpoints were solicited in the course of preparing this paper.

คนไทยต้องทนอยู่กับภาวะสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมอยู่ทุกวันนี้ ในกรุงเทพมหานครตำรวจจราจรต้องสวมหน้ากากวันหนึ่งขณะทำงาน การจราจรติดขัด รถปล่อยควันดำและฝุ่นละอองเข้าใส่ผู้เดินเท้าที่ไม่มีทางเลือก น้ำเน่าในลำคลองส่งกลิ่นเหม็นตลอดเวลา ในหัวเมือง เช่น หาดใหญ่ นครปฐม ล้วนปราศจากระบบบำบัดน้ำเสีย ปล่อยให้คลองสำคัญ ที่ไหลผ่านเมืองเน่าดำสนิท ในแหล่งท่องเที่ยว เช่น พัทยา ปาดอง นักท่องเที่ยวเริ่มบ่นถึงความสกปรกของน้ำทะเลหนาขึ้นทุกวัน

เมื่อไรเราจะสามารถฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อม เอาแม่น้ำลำคลองที่เคยใสสะอาด ฟ้าใส อากาศบริสุทธิ์คืนมาให้กับประชาชน

### การขยายตัวทางเศรษฐกิจ

นับตั้งแต่ประเทศไทยได้มีการนำแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติมาใช้ในปี 2503 เศรษฐกิจของประเทศได้ขยายตัวอย่างต่อเนื่องตลอดมา โดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรมและทางด้านการบริการ มีการขยายตัวในอัตราที่สูงกว่าด้านอื่น ๆ อันเป็นสาเหตุให้สัดส่วนของภาคอุตสาหกรรม และบริการในผลิตภัณฑ์มวลรวมเพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 24 และร้อยละ 11 ในปี 1970 เป็นร้อยละ 31 และ 13 ในปี 1989 ตามลำดับ

ผลของการพัฒนาดังกล่าวทำให้มีการก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องจากการคมนาคมสะดวก วัตถุดิบและแรงงานหาได้ง่าย และโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่าง ๆ มีพร้อมกว่าภาคอื่น ๆ ของประเทศ และถึงแม้ว่ารัฐบาลจะมียุทธศาสตร์ให้มีการขยายการผลิตทางด้านอุตสาหกรรมไปสู่ภาคอื่น ๆ ของประเทศมากขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ของประเทศก็ยังคงอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และมีแนวโน้มที่ขยายไปสู่เขตปริมณฑลของกรุงเทพฯ มากขึ้น ในขณะเดียวกันภาคบริการก็มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วในเขตกรุงเทพฯ เช่นเดียวกัน

### การขยายตัวของเมือง

การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมและบริการ ได้ดึงดูดให้แรงงานจากชนบทหลั่งไหลเข้ามาในเขตเมืองเพื่อหางานทำ ทำให้เกิดการขยายตัวของชุมชนแออัด การเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างรวดเร็วยังมีผลทำให้เกิดการขาดแคลนสาธารณูปโภค และสาธารณูปการต่าง ๆ เช่น การขนส่งมวลชน การกำจัดขยะมูลฝอย การให้บริการน้ำประปา นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของการจราจรอย่างไม่ได้สัดส่วนกับการขยายตัวของถนนและระบบการขนส่งมวลชน ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพฯ ชั้นในและปริมณฑลได้ขยายวงกว้างออกไปทุกขณะ เพราะได้มีการขยายตัวของชุมชนออกไปจากเขตชั้นในของกรุงเทพฯ ในทุกทิศทาง การขยายตัวในลักษณะดังกล่าวทำให้ประชาชนที่อยู่ในเขตรอบนอกต้องเดินทางไกลขึ้นเพื่อเข้ามาทำธุรกิจต่าง ๆ ในเมือง ทั้งนี้เพราะ สถานที่ทำงาน สถานที่ศึกษา

และหน่วยราชการส่วนใหญ่มายังคงอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครนี้เอง ดังนั้นการใช้พลังงานเพื่อการเดินทางและขนส่งในเขตกรุงเทพมหานครจึงเพิ่มมากขึ้น

ลักษณะการใช้พลังงานในประเทศไทย

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้พลังงานพื้นฐานเชิงพาณิชย์ (primary commercial energy) ประมาณปีละ 29.7 ล้านตัน (เทียบเท่าน้ำมันดิบ) โดยร้อยละ 66 ของการใช้อยู่ในรูปของปิโตรเลียมร้อยละ 18 เป็นก๊าซธรรมชาติ ร้อยละ 12 เป็นถ่านลิกไนต์และถ่านหินนำเข้า ส่วนที่เหลือเป็นกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากเขื่อน อัตราการขยายตัวของการใช้พลังงานในช่วงปี 2523-2533 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 10 ต่อปี แต่การขยายตัวในช่วงสองถึงสามปีที่ผ่านมามีอัตราสูงมาก กล่าวคือ อัตราการขยายตัวของปี 2532-2533 สูงถึงร้อยละ 19.2 ต่อปี

ในระยะยาว การศึกษาคาดว่าเศรษฐกิจของประเทศไทยยังคงจะขยายตัวต่อไปอย่างต่อเนื่องซึ่งจะมีผลทำให้การใช้พลังงานมากขึ้นในอัตราที่สูง โดยเฉพาะการผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้มีแผนที่จะใช้ถ่านลิกไนต์เพิ่มขึ้นจาก 7 ล้านตันต่อปี ในปัจจุบันเป็นเกือบ 40 ล้านตัน ต่อปีภายในเวลาสิบปีข้างหน้า และยังมีแผนที่จะนำเข้าถ่านหินจากต่างประเทศเพราะ ได้คาดการณ์ว่าแหล่งพลังงานในประเทศที่มีอยู่ คือ ลิกไนต์ และก๊าซธรรมชาติ จะไม่เพียงพอต่อความต้องการ

การศึกษาคาดการณ์ว่า สัดส่วนของลิกไนต์และถ่านหินนำเข้าในความต้องการพลังงานรวมของประเทศจะเพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 12 ในปัจจุบันเป็นร้อยละ 20 ในปี 2544 และร้อยละ 38 ในปี 2554 ส่วนความต้องการใช้ปิโตรเลียมยังคงอยู่ในระดับที่สูงต่อไปเพราะการขยายตัวของภาคการขนส่งและอุตสาหกรรม แต่สัดส่วนของปิโตรเลียมในความต้องการพลังงานรวมจะลดลงจากร้อยละ 66 ในปัจจุบันความต้องการพลังงานพื้นฐานเชิงพาณิชย์เป็นร้อยละ 54 ในปี 2554 ส่วนการใช้ก๊าซธรรมชาติจะ

กิโลตัน (น้ำมันดิบ)

	2524	2533	2539	2544	2554
ปิโตรเลียม	10985	19603	31614	40610	63456
ก๊าซธรรมชาติ	265	5381	9339	9722	9733
ลิกไนต์	504	3316	5177	10384	13610
ถ่านหินนำเข้า	40	196	369	2637	30981
ไฟฟ้าพลังน้ำ	724	1254	566	658	664
รวม	12517	29750	47064	64011	118444

มีส่วนเล็กน้อยมาก ภายใต้พื้นฐานซึ่งมีสมมุติฐานว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตก๊าซธรรมชาติได้สูงสุดไม่เกินวันละ 1,200 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวันในอนาคต) การใช้ก๊าซเพิ่มมากขึ้นกว่านี้จะต้องมาจากการนำเข้า

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การใช้พลังงานในประเทศในอนาคตจะเน้นหนักไปในรูปแบบของพลังงานที่มีคาร์บอน และก๊าซเรือนกระจกสูง เช่น ลิกไนต์ และปิโตรเลียม การศึกษาพบว่า การใช้พลังงานในลักษณะดังกล่าวจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะคุณภาพของอากาศอย่างมาก ถ้าไม่ได้มีการดำเนินการใด ๆ ที่จะควบคุมมลพิษทางอากาศจากการใช้พลังงานหนักเกินไปจากที่รัฐบาลได้ทำไปแล้วในปัจจุบัน

### การพัฒนาอุตสาหกรรมและคุณภาพสิ่งแวดล้อม

จากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรม ประมาณ 600 โรงงานในปี 2512 ได้เพิ่มเป็น 51,500 โรงงานในปี 2532 ในด้านที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมในปี 2532 พบว่าร้อยละ 52 กระจุกตัวอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ในปี 2532 จากจำนวนนิคมอุตสาหกรรมทั้งหมด 23 แห่ง 12 แห่งตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล สำหรับภาคกลาง (รวมทั้งชายฝั่งทะเลตะวันออก) มีจำนวนนิคมอุตสาหกรรม ถึง 7 แห่ง

ของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมนี้แตกต่างจากของเสียที่เกิดจากกิจกรรมในครัวเรือน ของเสียจากอุตสาหกรรมที่ควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นพิษต่อชีวิตมนุษย์ สัตว์ หรือ พืช คือ กากสารพิษ (Hazardous Waste) เช่น โลหะหนัก สารเคมี น้ำมัน สารละลาย อุตสาหกรรม 5 ประเภทที่ปล่อยกากสารพิษออกมาในปริมาณมาก คือ อุตสาหกรรมโลหะ (Basic Metal) อุตสาหกรรมชุบหรือกลึงโลหะ (Fabricated Product) อุตสาหกรรมซ่อมประกอบทำอุปกรณ์ขนส่ง (Transport Equipment) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electrical Machinery) และอุตสาหกรรมเคมี (Chemicals) จำนวนโรงงานเหล่านี้มีอยู่รวม 15,126 โรงทั่วประเทศ ในจำนวนนี้ 10,152 โรงงานตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ซึ่งจ้างคนงานถึงร้อยละ 88 ของคนงานทั่วประเทศที่ทำงานในอุตสาหกรรมทั้ง 5 ประเภทนี้

ในปี 2522 ร้อยละ 71 ของมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรม มาจากอุตสาหกรรมที่ไม่ผลิตกากสารพิษ และลดลงเหลือร้อยละ 42 ในปี 2532 ส่วนอุตสาหกรรมที่ผลิตกากสารพิษมีสัดส่วนในมูลค่าเพิ่มของภาคอุตสาหกรรมจากร้อยละ 29 เป็นร้อยละ 58 ในช่วงเวลาเดียวกัน ปริมาณของกากสารพิษที่เกิดขึ้นในปี 2529 มีประมาณ 1.1 ล้านตัน

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีศูนย์กำจัดกากสารพิษเพียงแห่งเดียวที่ ต. แสมดำ เขตบางขุนเทียน กทม. ซึ่งมีความสามารถในการบำบัดเพียง 40,000 ตันต่อปี หรือ 4 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณกากสารพิษที่เกิดขึ้น ดังนั้น จะมีกากสารพิษตกค้างอยู่ถึงหนึ่งล้านตันต่อปี กากสารพิษตกค้างเหล่านี้ จะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เพราะสามารถสะสมและเพิ่มพูนความเข้มข้นในห่วงโซ่อาหารได้ ดังรายงานการวิจัยของ ศิวะบรรและคณะ (2533) ซึ่งพบการปนเปื้อนของสารตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในอาหารทะเล 9 ชนิด จากอ่าวไทย

การขยายตัวของอุตสาหกรรมควบคู่กับการเติบโตอย่างรวดเร็วของเมือง ส่งผลให้คุณภาพน้ำและคุณภาพอากาศเสื่อมโทรม น้ำเสียจากอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้บางช่วงของแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน เป่าเสียอย่างรุนแรง และมีคุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

สำหรับคุณภาพอากาศนั้น ในปี 2531 พบว่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $SO_2$ ) ที่ปล่อยจากภาคอุตสาหกรรมมีถึงร้อยละ 26 เมื่อเทียบกับภาคเศรษฐกิจอื่น และพบว่าร้อยละ 55 ของก๊าซที่เกิดขึ้นจากภาคอุตสาหกรรมอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ซึ่งเมื่อรวมกับปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดในภาคกลางแล้วจะสูงถึงร้อยละ 80 คุณภาพอากาศในเขตจังหวัดสมุทรปราการเป็นตัวอย่างผลกระทบของอุตสาหกรรมต่อคุณภาพอากาศได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ หากไม่มีมาตรการใดในการควบคุมมลพิษอากาศเพิ่มเติม ในปี 2535 ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จะเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดไว้โดย สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ใจแก้ว 2533)

### แนวโน้มในอนาคต

คุณภาพสิ่งแวดล้อมในอนาคต มีแนวโน้มจะเลวร้ายลงทุกที สรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

ภาคสารพิษ - ในปี 2534 ภาคสารพิษจากอุตสาหกรรมจะมีจำนวน 1.9 ล้านตันต่อปี ร้อยละ 95.5 เกิดจากภาคอุตสาหกรรมการผลิต ส่วนที่เหลือเกิดจากของเสียชุมชน โรงพยาบาล และการใช้ถ่านหิน และจากปริมาณภาคสารพิษทั้งหมดที่เกิดขึ้น ร้อยละ 70 อยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ภายในปี 2539 จะมีปริมาณภาคสารพิษถึง 3.5 ล้านตัน จนถึงปี 2544 จะเพิ่มจำนวนเป็น 6 ล้านตันต่อปี

น้ำเสีย - ได้มีการประมาณการไว้ว่าในปี 2534 มีน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในรูปของ BOD 0.5 ล้านตันต่อปี (เทียบเท่าน้ำโสโครกจากประชากร 27.2 ล้านคน) ร้อยละ 33 เกิดจากโรงงานน้ำตาล ร้อยละ 24 เกิดจากโรงงานสุรา เบียร์และเครื่องดื่ม ร้อยละ 16 เกิดจากโรงงานกระดาษ จากประมาณการของการเติบโตทางเศรษฐกิจและของภาคอุตสาหกรรมภายในปี 2539 จะมีน้ำเสีย (BOD) สูงถึง 0.73 ล้านตันต่อปี (เทียบเท่าน้ำโสโครกจากประชากร 40.5 ล้านคน)

### อากาศเสีย

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การศึกษาได้คำนวณปริมาณมลพิษจากการใช้พลังงานในภาคเศรษฐกิจต่างๆ ทั้งในเขตกรุงเทพฯ และของทั้งประเทศ พบว่าในปัจจุบันมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเกิดจากการใช้พลังงานปีละกว่า 2 ล้านตัน โดยที่ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 87) มาจากการขนส่ง โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพฯ จะมีมลพิษชนิดนี้มากกว่าส่วนอื่นๆ ของประเทศ เพราะมีจำนวนยานพาหนะต่างๆ อยู่หนาแน่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนใหญ่มาจากการใช้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ โดยเฉพาะน้ำมันเบนซิน



นอกจากนี้ยังมีออกไซด์ของไนโตรเจนปัสและแอสตัน และสารตะกั่วหนึ่งพันตันตามลำดับ โดยที่ร้อยละ 67 ของออกไซด์ของไนโตรเจนมาจากการขนส่ง ส่วนสารตะกั่วมาจากการขนส่งเกือบทั้งสิ้น

ปริมาณมลพิษในปัจจุบันและอนาคต

หน่วย 1,000 ตัน/ปี

	2531	2539	2554
คาร์บอนโมนอกไซด์	2,054	3,728	8,554
ฝุ่นละอองแขวนลอย	514	783	1,596
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	552	1,297	3,186
ออกไซด์ของไนโตรเจน	401	798	2,077
คาร์บอนไดออกไซด์	86,338	152,219	388,601
สารตะกั่ว	1	1	2

ส่วนซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีปริมาณปีละ 0.55 ล้านตัน ซึ่งร้อยละ 44 มาจากการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ลิกไนต์และน้ำมันเตา และร้อยละ 26 มาจากภาคอุตสาหกรรม ส่วนภาคขนส่งก่อให้เกิดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จากการใช้น้ำมันดีเซล ร้อยละ 23

ฝุ่นละอองแขวนลอยมีปริมาณปีละ 5 แสนตัน ซึ่งเกิดจากการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม (ร้อยละ 40) ภาคที่อยู่อาศัยและพาณิชย์กรรม ร้อยละ 38 (ส่วนใหญ่จากการใช้หินและถ่าน) และภาคขนส่งร้อยละ 18

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ ในแต่ละปีมีปริมาณก๊าซดังกล่าวจากการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ปีละ 86 ล้านตัน

ปริมาณมลพิษจากการใช้พลังงานมีผลทำให้คุณภาพอากาศเลวลงโดยเฉพาะกรุงเทพฯ และพื้นที่อื่น ๆ ที่มีการใช้พลังงานในปริมาณสูง ดังนั้นการใช้พลังงานที่สูงขึ้นในอนาคต ดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น จะมีผลทำให้คุณภาพอากาศในบริเวณกรุงเทพฯรวมถึงเขตอุตสาหกรรมและชุมชนอื่น ๆ เลวลงไปอีก ซึ่งจากตารางข้างต้นพบว่าถ้าปราศจากมาตรการควบคุมมลพิษทางอากาศที่เหมาะสมแล้ว ปริมาณมลพิษที่ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมาก ปริมาณคาร์บอนโมนอกไซด์จะสูงขึ้นจากปัจจุบันเกือบเท่าตัวในปี 2539 และเป็นสี่เท่าตัวในปี 2554 ส่วนปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้น 5 เท่าตัวเป็น 2 ล้านตันในปี 2554 และปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยจะเพิ่มขึ้นเป็น 1.6 ล้านตันในปีดังกล่าว

ถึงแม้ว่ารัฐบาลจะลดปริมาณสารตะกั่วในน้ำมันเบนซินจาก 0.4 กรัมต่อลิตร เป็น 0.15 กรัมต่อลิตรในปี 2536 แต่ปริมาณสารตะกั่วที่ปล่อยออกมาจากการใช้ยานยนต์จะเพิ่มขึ้นจาก 1,000 ตันต่อปี ในปัจจุบันเป็น 2,000 ตันในปี 2554 ในขณะที่ยวกันซ์ลเพอร์ไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นจาก 5 แสนตัน ในปัจจุบันเป็น 3.2 ล้านตันในปี 2554 เนื่องจากการใช้ลิกไนต์ในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้น และการลดกำมะถันในน้ำมันดีเซลจากร้อยละ 1 เป็นร้อยละ 0.5 ก็ยังไม่ทำให้ปริมาณยวกันซ์ลเพอร์ไดออกไซด์ในอากาศลดลงได้

เนื่องจากการตรวจวัดของสำนักงานสิ่งแวดล้อมฯชี้ให้เห็นว่า คุณภาพอากาศในปัจจุบันอยู่ในสภาวะที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพแล้ว ดังนั้นการเพิ่มขึ้นอย่างมากของปริมาณมลพิษในอากาศจะทำให้ปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศอยู่ในระดับที่น่าวิตกอย่างยิ่ง

### นโยบายในการควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรม

การเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรมได้ทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของมลพิษอุตสาหกรรมเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่กฎระเบียบและวิธีปฏิบัติที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถควบคุมให้อุตสาหกรรมจัดการกับมลพิษอย่างมีประสิทธิภาพได้ และไม่สามารถดึงดูดให้อุตสาหกรรมหันไปใช้กระบวนการผลิต หรือวัตถุดิบที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง มาตรการทางเศรษฐกิจเป็นกลยุทธ์หนึ่งในการควบคุมการปล่อยมลพิษ ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบยุโรป อเมริกา ญี่ปุ่น หรือแม้แต่ในประเทศเพื่อนบ้าน เช่น มาเลเซีย

หลักการที่สำคัญของมาตรการทางเศรษฐกิจ คือ ผู้ผลิตมลพิษต้องจ่าย (Polluter Pays Principle) กล่าวคือค่าใช้จ่ายในการรักษาและชำระล้างสภาพแวดล้อมที่ถูกปนเปื้อนให้สะอาด และค่าใช้จ่ายในการบำบัดมลพิษ ควรเก็บจากผู้ปล่อยมลพิษ การกำหนดอัตราค่าบำบัดมลพิษ (Pollution charge) ในหลักการควรครอบคลุมต้นทุนทุกประเภทและทุกขั้นตอน นับตั้งแต่การก่อสร้างและการติดตั้งระบบบำบัด การเก็บ การขนส่ง การบำบัด และการกำจัดขั้นสุดท้าย หากอัตราค่าบำบัดมลพิษสูงพอผู้ประกอบการก็จะมีแรงจูงใจในการปรับปรุงกระบวนการผลิต และเปลี่ยนแปลงประเภทวัตถุดิบที่ใช้เพื่อให้เกิดมลพิษน้อยที่สุด

การจัดตั้งกองทุนสิ่งแวดล้อมเพื่อนำเงินที่เก็บจากผู้ประกอบการมาใช้ในการก่อสร้าง และดำเนินการระบบบำบัดมลพิษส่วนกลาง หรือเป็นแหล่งเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำให้แก่ผู้ประกอบการขนาดเล็กหรือกลางที่มีได้ใช้บริการของระบบบำบัดมลพิษส่วนกลาง ในกรณีภาคการพิมพ์ ศูนย์บำบัดกากสารพิษ ตำบลแสนคำ อำเภอบางขุนเทียน ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม เป็นตัวอย่างที่ดีของการระดมทุนจากกลุ่มอุตสาหกรรม จากการคาดคะเนปริมาณกากสารพิษที่จะเกิดในปี 2534 จำนวน 1.9 ล้านตัน พบว่ากากสารพิษจำนวน 595,000 ตันเท่านั้นที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ในการใช้ระบบบำบัดส่วนกลาง อัตราค่าบำบัดกากสารพิษ (ซึ่งรวมค่าขนส่ง บำบัดและกำจัดขั้นสุดท้าย) ที่ประเมินโดย Engineering Science et.al. (1989) มีค่าเท่ากับ 1,000 บาทต่อตัน เมื่อคูณอัตราดังกล่าวกับปริมาณกากสารพิษ 600,000 ตัน ในปี 2534 คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 600 ล้านบาท เงินจำนวนดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 0.3

ของมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมที่ผลิตกากสารพิษ หรือคิดเป็นร้อยละ 1 ของกำไร โดยสมมติว่าอุตสาหกรรมเหล่านี้เมื่อตรากำไรขั้นต่ำร้อยละ 20

ในกรณีน้ำเสียจากอุตสาหกรรมนี้ ประเมินอัตราค่าบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียในอัตรา 1,000 บาทต่อตัน (BOD) จะได้เงินเข้ากองทุน 386 ล้านบาท ในปี 2534 หรือคิดเป็นร้อยละหนึ่งของมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมที่ปล่อยน้ำเสีย จากตัวเลขสัดส่วนของค่าบำบัดมลพิษต่อมูลค่าเพิ่มและต่อกำไรแสดงให้เห็นว่า การจัดตั้งกองทุนสิ่งแวดล้อมเพื่อระดมทุนจากผู้ประกอบการมาใช้ในการบำบัดมลพิษ เป็นสิ่งที่เป็นไปได้

ปัญหาของอากาศเสียจากอุตสาหกรรมที่เกิดจากใช้เชื้อเพลิงในระบบการผลิต โดยเฉพาะถ่านหิน ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ และฝุ่นละอองในปริมาณที่สูง แต่ถ่านหินมีราคาต่ำกว่าครึ่งหนึ่งในระดับค่าความร้อนที่เท่ากันเมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซธรรมชาติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการกำหนดราคาเชื้อเพลิงที่ไม่ได้รวมต้นทุนภายนอก (Externalities Cost) ดังนั้น การปรับราคาของถ่านหินควรเป็นมาตรการทางหนึ่งในการควบคุมมลพิษด้านอากาศ

นอกจากนี้ นโยบายการส่งเสริมการลงทุนของรัฐที่ก่อให้เกิดมลพิษสูงควรได้รับการแก้ไข ควรพิจารณาจัดลำดับให้การส่งเสริมการลงทุนอุตสาหกรรมที่มีอัตราของกากสารพิษต่อมูลค่าการผลิตที่ต่ำเป็นหลัก ในการคัดเลือกให้การส่งเสริมแทนการพิจารณาเพียงด้านมูลค่าการผลิตและเหตุผลทางเศรษฐกิจอื่นๆ เป็นหลักเท่านั้น

ควรให้การสนับสนุนนิคมอุตสาหกรรมให้มีส่วนร่วมในการป้องกันและควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยหลักการแล้วการจัดให้อุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง เข้าตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรม นอกจากจะง่ายในการควบคุมแล้วยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

## นโยบายในการควบคุมมลพิษจากการใช้เชื้อเพลิง

### ภาคการขนส่ง

**ระยะสั้น :** เพื่อรักษาคุณภาพอากาศในเขตเมืองไม่ให้เสื่อมโทรมลง รัฐบาลควรมีนโยบายให้เริ่มใช้น้ำมันเบนซินปลอดสารตะกั่ว ในปี 2536 ถึงแม้ว่ามาตรการลดสารตะกั่วในเบนซินจาก 0.4 กรัมต่อลิตร เหลือ 0.15 กรัมต่อลิตร ในปี 2536 จะช่วยให้ปัญหามลพิษจากตะกั่วดีขึ้น แต่การที่มีสารตะกั่วในเบนซินแม้เพียงเล็กน้อยก็ทำให้ไม่สามารถจะติดตั้งอุปกรณ์ขจัดมลพิษ (catalytic converter) เพื่อขจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน และฝุ่นละอองแขวนลอยได้ เพราะสารตะกั่วจะทำให้อุปกรณ์ขจัดมลพิษดังกล่าวเสื่อมสภาพลง นอกจากนี้ควรมีมาตรการที่ให้รถยนต์ที่ผลิตหลังจากปี 2535 เป็นต้นไป ต้องติดอุปกรณ์ขจัดมลพิษดังกล่าวเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการนำไปสู่การควบคุมมลพิษจากการใช้รถยนต์ที่ส่งผล

อย่างจริงจังในอนาคต ในขณะที่เดียวกันก็ควรจะมีการตั้งเป้าหมายของระยะเวลาที่จะยกเลิกการผลิตน้ำมันที่มีสารตะกั่วด้วย

การเอาสารตะกั่วออกจากเบนซินจะทำให้ราคาเบนซินสูงขึ้นลิตรละประมาณ 0.5 บาท และอุปกรณ์จัดมลพิษมีราคาเพียงร้อยละ 3 ของราคารถใหม่ ซึ่งไม่สูงเกินไปและควรจะให้ผู้บริโภคนั้นเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายดังกล่าว น้ำมันเบนซินปลอดสารตะกั่วชนิดแรกที่ผลิตควรมีอัตรา 92 RON ซึ่งอยู่ในระดับใกล้เคียงน้ำมันเบนซินพิเศษ (เนื่องจากร้อยละ 75 ของรถยนต์ในปัจจุบันสามารถใช้เบนซินชนิดนี้ได้) และควรจะมีราคาไม่สูงกว่าเบนซินพิเศษชนิดมีสารตะกั่ว (โดยการปรับอัตราภาษีน้ำมันมีสารตะกั่วเพื่อให้ราคาเท่ากับชนิดปลอดสารตะกั่ว) ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้ใช้ น้ำมันเบนซินมีสารตะกั่วมีส่วนร่วมรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการเอาสารตะกั่วออกจากเบนซิน และเป็นแรงจูงใจให้หันมาใช้ น้ำมันปลอดสารตะกั่วด้วย

ส่วนปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซลนั้นควรลดลงเป็นร้อยละ 0.25 จากที่รัฐบาลได้กำหนดไว้ร้อยละ 0.5 ในปี 2536 ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับระดับกำมะถันในน้ำมันดีเซลที่ใช้กันอยู่ในประเทศในตะวันตก เช่น ยุโรป เพราะจะมีส่วนลดมลพิษที่เกิดจาก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงได้อีกมาก

**ระยะกลาง :** เพื่อเป็นการลดมลพิษจากคาร์บอนมอนอกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รัฐบาลควรสนับสนุนให้มีการใช้เชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนและกำมะถันต่ำ เช่น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในรถยนต์และก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) ในรถโดยสารประจำทาง ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น ความปลอดภัย ความเป็นไปได้ของการนำเข้าผลกระทบต่อโรงกลั่นน้ำมันในประเทศ และช่วงเวลาที่จะมีการวางท่อก๊าซธรรมชาติในเขตกรุงเทพฯ ให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรจะมีมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานในภาคขนส่ง เช่น การตั้งเป้าหมายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพื่อให้ใช้น้ำมันน้อยลง หรือการเพิ่มราคาเชื้อเพลิง (โดยใช้มาตรการทางภาษี) เพื่อให้ผู้บริโภคนั้น ไม่ใช้รถขนาดเล็กลง หรือรถที่มีประสิทธิภาพสูง

**ระยะยาว :** ควรจะตั้งเป้าหมายเพื่อให้สามารถจะปฏิบัติตามมาตรการรวมในการป้องกันมลพิษจากการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่ง ซึ่งรวมไปถึงมาตรการจำกัดการใช้ยานพาหนะในบางเขตของกรุงเทพฯ หรือมาตรการที่จำเป็นอย่างอื่น ๆ ทั้งนี้ภายในระยะเวลา 10 ปี จากปัจจุบันรถทุกชนิดจะต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่อไปนี้ คือ เบนซินที่ปลอดสารตะกั่วหรือดีเซลปลอดกำมะถัน ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือก๊าซธรรมชาติอัด พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์จัดมลพิษที่ได้มาตรฐานสากล

## ภาคอุตสาหกรรม

ภาคอุตสาหกรรมเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในเขตเมืองมากเป็นอันดับสองรองจากภาคขนส่ง มาตรการในระยะสั้นเพื่อควบคุมมลพิษในภาคอุตสาหกรรมได้แก่ การตั้งมาตรฐานคุณภาพน้ำมันเตาใหม่กำมะถันไม่เกินร้อยละ 2 และกำหนดมาตรฐานของการปล่อยมลพิษจากอุปกรณ์ใช้พลังงาน (เช่นหม้อน้ำ) ที่ติดตั้งใหม่หรือที่ซื้อใหม่เพื่อทดแทนของที่มีอยู่เดิม

ในระยะปานกลางรัฐบาลควรสนับสนุนให้มีการใช้เชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนและกำมะถันต่ำ คือ ก๊าซธรรมชาติในโรงงานอุตสาหกรรมและควบคุมการใช้ถ่านลิกไนต์ในอุตสาหกรรมในเขตเมือง โดยใช้มาตรการทางราคา เช่น การกำหนดภาษีหรือค่าธรรมเนียมการใช้ถ่านลิกไนต์ เพื่อให้ราคาเชื้อเพลิงชนิดนี้สูงเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงที่สะอาดกว่าชนิดอื่น ๆ ในระยะยาวแล้วควรตั้งเป้าหมายเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการควบคุมมลพิษในภาคอุตสาหกรรมดังกล่าว รวมถึงการลดระดับกำมะถันในน้ำมันเตาลงจาก 3.5 เปอร์เซ็นต์เป็น 2 เปอร์เซ็นต์ในระยะสั้นและ 1 เปอร์เซ็นต์ในระยะยาว

## ภาคการผลิตกระแสไฟฟ้า

**ระยะสั้น :** รัฐบาลควรจะกำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์การผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ลิกไนต์ เกี่ยวกับปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจน สำหรับโรงจักรไฟฟ้าที่จะสร้างใหม่ โดยควรกำหนดเป้าหมายของการลดปริมาณมลพิษดังกล่าวอย่างน้อยลงร้อยละ 90 และร้อยละ 40 ตามลำดับ จากระดับปัจจุบันซึ่งไม่มีการควบคุมและถือเป็น "ขั้นตอนที่ 1" ของเป้าหมายการลดมลพิษในระยะยาวซึ่งขั้นตอนที่ 1 ดังกล่าวนี้ได้เป็นมาตรฐานที่ได้ใช้บังคับในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี 2514 หรือเกือบ 30 ปีมาแล้ว

การศึกษานพบว่า การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมซิลเฟอร์ไดออกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจน จะทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงไฟฟ้าใช้ลิกไนต์ใหม่ขนาด 300 เมกะวัตต์ สูงขึ้นร้อยละ 25 ถึงร้อยละ 36 แต่จะทำให้ต้นทุนค่าผลิตกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตทั้งระบบสูงขึ้นเพียงร้อยละ 3 ถึงร้อยละ 4 และควรที่จะปรับค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอัตราดังกล่าว โดยจะไม่เป็นภาระแก่ผู้บริโภคมากนัก

**ระยะกลาง :** รัฐบาลควรตั้งเป้าหมายของการลดปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ลงไปอีก ซึ่งใน "ขั้นตอนที่ 2" นี้ควรจะลดลงได้ถึงอย่างน้อยร้อยละ 95 ของปัจจุบันและจะมีผลทำให้ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์จากโรงไฟฟ้าลิกไนต์อยู่ในระดับสูงกว่าปัจจุบันไม่มากนัก ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ลิกไนต์ในปริมาณที่สูงกว่ามากก็ตาม

นอกจากนี้รัฐบาลควรจะดำเนินการให้มีการใช้พลังงานที่มีคาร์บอนและกำมะถันต่ำ เพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินน้ำเชื้อ และน้ำมันเตา เช่นการใช้ก๊าซธรรมชาติ โดยศึกษาความเป็นไปได้

ของการนำเข้าก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) หรือเร่งรัดการพัฒนาแหล่งก๊าซในประเทศ หรือร่วมกับประเทศใกล้เคียงเพื่อให้สามารถนำก๊าซขึ้นมาใช้ได้ในช่วงระยะเวลาปานกลางหรือระยะยาว การพิจารณาแหล่งพลังงานใหม่เพื่อทดแทนถ่านหินนำเข้า และน้ำมันเตาครอบคลุมถึงพลังงานนิวเคลียร์ด้วย ว่ามีความเป็นไปได้เพียงใดในการนำมาใช้ในประเทศไทย เช่น การพิจารณาถึงเทคโนโลยี แหล่งที่มาของพลังงาน ความปลอดภัย การกำจัดกากนิวเคลียร์และความเห็นของประชาชน

**ระยะยาว :** รัฐบาลควรตั้งเป้าหมายและช่วงเวลา เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของการลดซิลเฟอร์ไดออกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจนอย่างแท้จริง ซึ่งการศึกษาพบว่า ถ้าสามารถติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษดังกล่าวได้ครบทุกโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน และสามารถนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ได้ถึงร้อยละ 70 ของการใช้พลังงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตทั้งหมด (กรณีไม่มีนิวเคลียร์) ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจน ในปี 2554 จะยังคงอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับระดับปัจจุบัน ซึ่งก็หมายความว่าคุณภาพของอากาศและปัญหาของฝนกรดจะไม่เสื่อมโทรมลงไปกว่าทุกวันนี้

ในกรณีที่มิโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมที่จะได้รับนอกเหนือไปจากปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ลดลงแล้ว ยังทำให้ออกไซด์ของไนโตรเจนลดลงไปกว่าครึ่งหนึ่งของกรณีที่ใช้ก๊าซธรรมชาติดังกล่าวข้างต้น นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงไปอย่างมากอีกด้วยซึ่งจะเป็นผลดีต่อปรากฏการณ์เรือนกระจกในอนาคต ทั้งนี้ต้องเปรียบเทียบกับผลเสียในเรื่องความปลอดภัยและการยอมรับของประชาชนโดยทั่วไปก่อน

### ปรากฏการณ์เรือนกระจก

แนวทางการลดมลพิษทางอากาศต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว เช่น การเปลี่ยนไปใช้พลังงานที่มีคาร์บอนต่ำ การเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ล้วนแต่มีผลทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงไปด้วย การใช้มาตรการรวม ในกรณีที่มิโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะสามารถลดปริมาณ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ร้อยละ 40 ในปี 2554 เมื่อเทียบกับปีเดียวกันของกรณีฐาน ซึ่งไม่ได้มีมาตรการควบคุมมลพิษ

อย่างไรก็ตาม การควบคุมคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ผลจะต้องพิจารณาถึงมาตรการที่ควบคุมการใช้ที่ดินด้วย เพราะการศึกษาพบว่า การปลูกป่าจะช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้อย่างมากกล่าวคือ การปลูกป่าปีละ 1 ล้านไร่ในเวลา 40 ปี สามารถลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 16 ล้านตัน แต่เนื่องจากการปลูกปามีจะมีอุปสรรคต่าง ๆ ดังนั้น แนวทางการควบคุมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ผลควรจะดำเนินการตามแนวทางของมาตรการรวม ควบคู่ไปกับมาตรการส่งเสริมการปลูกป่า ซึ่งถ้าทำได้สำเร็จแล้ว ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไทยจะไม่เพิ่มมากขึ้นไปกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

ในส่วนของการข้อตกลงนานาชาติ เรื่องการควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์นั้น ประเทศไทยควรจะเข้าไปมีส่วนร่วมอย่างจริงจัง ประเทศไทยควรสนับสนุนในการกำหนดหลักการการควบคุมที่ใช้โควตาซึ่งกำหนดมาจากค่าเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวของประชากร เพราะไม่ทำให้ประเทศไทยอยู่ในฐานะที่เสียเปรียบประเทศอื่น ๆ หรือมีผลกระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งนี้ เพราะปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อหัวประเทศไทย ปัจจุบันอยู่ในระดับเดียวกับค่าเฉลี่ยของโลก การศึกษาพบว่าไทยจะได้รับโควตาสูงกว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจริง และประเทศไทยจะได้รับประโยชน์จากโควตาส่วนเกินถ้าโควตาที่สามารถซื้อขายได้

นอกเหนือไปจากมาตรการดังกล่าวไปแล้ว รัฐบาลควรจะมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนางานนอกรูปแบบเพื่อทดแทนการใช้ปิโตรเลียม ก๊าซ และถ่านหิน เช่น พลังแสงอาทิตย์ และพลังงานลม เนื่องจากเป็นพลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ และยังคงส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานอย่างจริงจัง ทั้งนี้ เพราะการประหยัดพลังงานจะทำให้การใช้มีประสิทธิภาพ และเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดมลพิษที่เกิดจากการใช้พลังงานในระยะยาวอย่างได้ผล



## Chapter 1

# Introduction

The closing decades of the twentieth century will be known in the economic history of Thailand as the years of the great economic and social transformation; from the farm to the factory, and from the village to the city. Industrialization, urbanization, and energy consumption are riding trends and trajectories that cannot be reversed. The underlying economic and demographic imperatives and dynamics, set in motion by necessity, opportunity, and aspiration, will bring more rural people into crowded cities and more farmers to the assembly line. The benefits are undeniable. But there are also costs. The pollution, congestion, and traffic jams of Bangkok are a stark contrast to the peace and tranquility of the pastoral countryside. There is little doubt that the benefits of this transformation exceed the costs, but failure to take these costs into account allows them to become higher than necessary, and to be shared inequitably.

The benefits, in terms of jobs, higher incomes, more consumption goods, and ultimately better living standards, are largely private; the costs, in terms of congestion, traffic jams, air pollution, noise nuisance, uncollected waste, and water pollution, are largely social. This results in dissociation between those who generate these costs and those who are affected by them, even if ultimately they are the same people. The fact that the social costs of industrialization and urbanization are not borne by their generators directly and proportionately, but instead they are added to the common pool of environmental impacts and social costs, means that there is no feedback system to control these costs in the way that the profit motive creates incentives to minimize costs in a business. In fact, larger private profits often result from higher social costs, at least in the short run. A classic example is the free disposal of waste in public places by industries and households who seek to avoid paying the cost of safely disposing of their waste. They are, in effect, asking the society at large to bear the cost for them, any cost for any quantity of waste they happen to produce.



With environmental impacts and social costs unconstrained by any economic or social imperative, there is no guarantee that the costs of urbanization and industrialization will not one day exceed the benefits. But even now, many of society's benefits from urbanization and industrialization are being dissipated by medical expenditures, loss of working time, deterioration of health and property, and diminished quality of life. Taxing the general public to clean up the environment may help reduce some of these costs, but ultimately this is little more than a conversion of one cost into another, and an explicit subsidization of the polluters by the taxpayers. Public funding for cleaning up waste, simply makes room for more waste; it is merely a treatment of symptoms not of causes.

There is clearly a price to be paid, for urban and industrial development and associated energy consumption, which is not reflected in the prices of energy, vehicles, industrial products, or urban land. It is the cost of the waste, pollution, and congestion that the production and consumption or use of these commodities generate. The sooner this price is paid, and the more direct and proportionate the payment, the lower and more affordable this price will be. Direct payment means payment by the very generators of waste (the polluters), who are also the direct beneficiaries of urbanization, industrialization, and energy consumption. This is why it doesn't matter whether we follow the "polluter-pays-principle" or the "beneficiary-pays-principle"; they are the same people. In the first instance, they are the producers of fuels, electricity, industrial products, and urban development; ultimately, they are the consumers of these products and services as well.

When the producers pay for pollution and congestion in the first instance, they try to absorb as much of the cost as possible to avoid a reduction in sales, by modifying their production process, improving their technology, changing their inputs, treating their waste, and even inventing new products that generate less pollution. But any part of the pollution cost that the producers cannot easily and inexpensively absorb, they shift onto the consumers in the form of higher prices. The consumer then has the option to modify his consumption behavior by consuming less of the polluting product and more of its less-polluting substitutes whose prices have not risen by as much. Thus, each maximizes what he has control over: the producer his production, and the consumer his consumption. The ultimate outcome is that pollution is reduced to the desired level, at the minimum possible cost. The only alternative is reduction of pollution at a much higher price through costly subsidies and public investments, paid by the taxpayer who

has no control over either production or consumption. Without a feedback system to the producers and consumers of the waste-generating products, pollution and the cost of controlling it will continue to increase exponentially with industrialization, wiping out much of the gains from growth.

On the other hand, if the cost of pollution control were recognized as the price of success, and paid directly by the polluters as they go along, the impact on economic growth would be minimal, not exceeding one percent of Gross Domestic Product. This is a small price to pay for safeguarding the benefits of industrialization and preserving the quality of life. Paying the price for industrialization, energy consumption, and urbanization according to the polluter-pays-principle would ensure over the long run that Thailand acquires the right kind of industries, the right type of urban development, and the right mix of energy use. This matter is of utmost urgency. Although Bangkok and its environment are still livable, every day that passes without effective action larger quantities of increasingly hazardous waste build up, and more factories, more vehicles, more power plants, and more urban development of the wrong kind are put in place making the task even more costly and difficult in the future. These are the formative years of Thailand's cities and industries, when a great deal can be accomplished at modest cost.

The objective of the three studies synthesized in this report, is twofold: first, to calculate the environmental price of industrialization and of the associated growth in urbanization and energy consumption; and, second, to propose policy measures and mechanisms for minimizing this price and paying it as we go along, so that no pollutants and no unpaid social costs accumulate to undermine the quality of life today and the economic growth and stability of the future.

## Chapter 2

# The Issues

Industrialization, urbanization, and energy consumption are closely related. Industries are attracted to urban centers, especially Bangkok and its satellite provinces, because of the availability of infrastructure and services, and the proximity to markets and ports. The rural population is attracted to the urban centers because of the availability of employment in industry and services (formal and informal). Since industry is far more energy intensive than agriculture, and urban centers more energy intensive than rural communities, industrialization and urbanization inevitably translate into higher energy demand. Moreover, the growth in incomes that results, from rapid industrialization translates into demand for more living space and consumer durables such as private cars, refrigerators, and air conditioners all of which are energy intensive.

While recognizing these interdependencies, for clarity of exposition we divide the issues (and the analyses) into three separate but interdependent components, pertaining to industry, energy, and urbanization.

### **DEALING WITH LARGER QUANTITIES OF MORE HAZARDOUS INDUSTRIAL WASTE**

1. The rate of industrialization has accelerated in recent years (since 1986) and double-digit growth rates are expected to continue during the 1990s and beyond (Table 1). What are the implications for the environment of such high rates of industrial growth and structural change of the overall economy? Are there policy instruments that can ensure that pollutants do not grow proportionately and accumulate over time to levels that damage the environment's assimilative capacity and diminish the quality of life?
2. Thai industry is gradually shifting from food and fiber processing which generate biodegradable waste, to fabricated products, chemicals, electronics, and petrochemicals which generate hazardous waste, such as heavy metals, solvents, oils, acid, and alkaline

waste. How can Thailand manage these new and largely unfamiliar forms of waste to prevent them from accumulating in the soil, the water, and the food chain, and posing a risk to human health and the natural environment?

**Table 1 Major Industries Registered with the Department of Industrial Works  
(by Decade End)**

TSIC a/	Major Industry Group	End 1969	End 1979	End 1989
311-312	Food	112	4,200	10,099
313	Beverages	3	60	232
314	Tobacco b/	0	146	108
321	Textiles	30	764	1,793
322	Wearing apparel	4	226	1,989
323-324	Leather products & footwear	5	97	771
331	Wood and cork	59	1,713	3,353
332	Furniture and fixtures	11	405	1,586
341	Paper and paper products	7	162	537
342	Printing, publishing & allied	21	817	1,674
351-352	Chemical products	38	632	1,061
353-354	Petroleum products	2	21	32
355-356	Rubber and rubber products	35	1,089	2,643
361-369	Non-metalic mineral products	20	635	2,798
371-372	Basic metal industries	6	347	530
381	Fabricated products	98	2,859	6,107
382	Machinery	69	2,422	6,141
383	Electrical machinery	9	409	1,121
384	Transport equipment	30	1,028	6,553
385-390	Miscellaneous nec.	72	1,659	2,370
Total		631	19,691	51,500

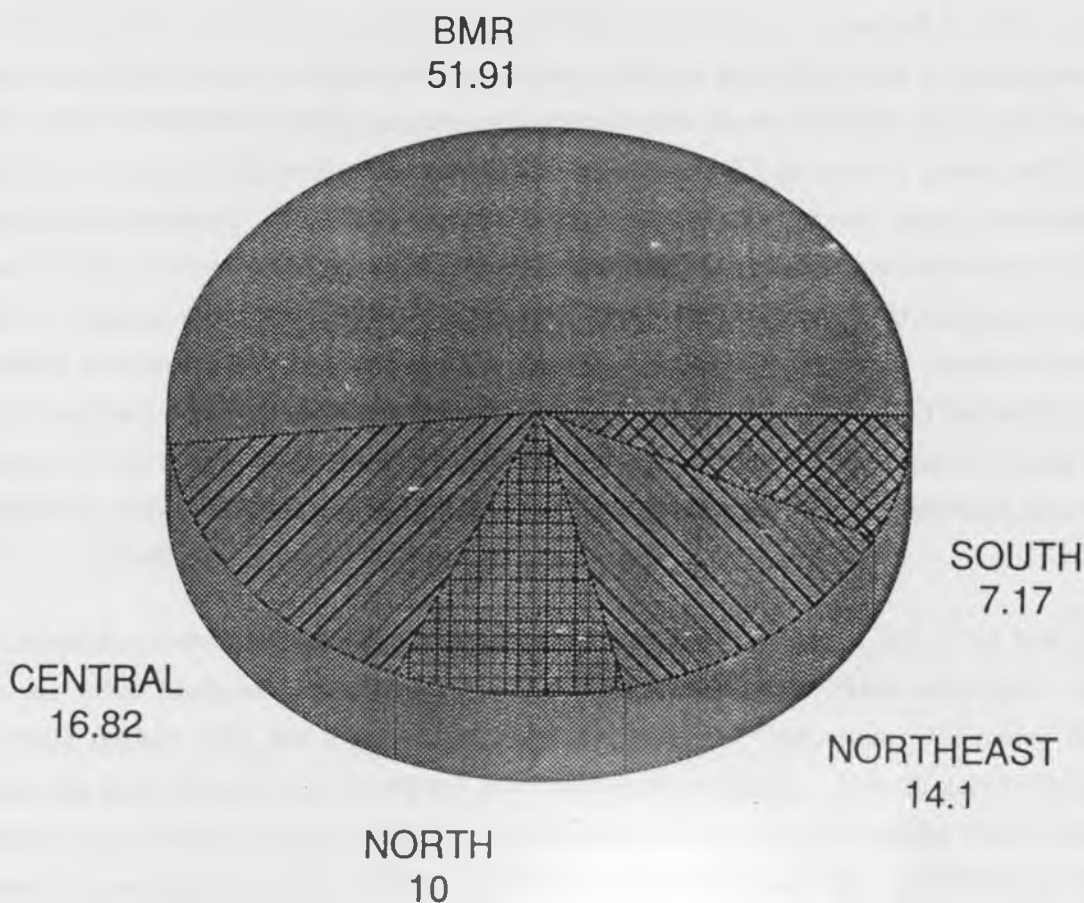
*Note:* a/ Thailand Standard Industrial Classification

b/ Tobacco factories at that time registered under the Department of Excise, Ministry of Finance.

*Source:* Department of Industrial Works

3. Foreign investment in Thai industry has grown very rapidly, and is expected to continue to grow at high rates in the future. The government, through the Board of Investment (BOI), has been quite successfully promoting both domestic and foreign investment. Has the BOI been promoting the "right" industries from the environmental standpoint? How can Thailand ensure that it does not become a magnet for heavily polluting industries escaping stricter environmental controls elsewhere? Is there a role for the BOI in this respect?

4. Industry has a propensity to locate in and around Bangkok where 52 percent of all factories (76 percent in terms of GDP) are already located (Figure 1). The Bangkok Metropolitan Region (BMR), being the country's most densely populated region, is also the most vulnerable area to industrial pollution. How successful are government efforts to decentralize industry? Are industrial estates operating as pollution control mechanisms? How can they be improved to fulfill this important role?



**Figure 1 Distribution of Registered Factories by Region (1989)**

5. The government has already introduced effluent and ambient standards and requirements for waste treatment facilities and environmental impact assessments (EIAs). How effective are current environmental institutions and regulations in controlling the growing levels and changing nature of industrial pollutants? Are there more cost-effective mechanisms which can tap the energies of the private sector to work with the public sector to ensure pollution control at the minimum possible cost?

## IN SEARCH OF THE RIGHT ENERGY MIX

1. The demand for energy has been growing rapidly in Thailand because of both rapid overall economic growth and structural change towards a more industrialized economy. What are the environmental implications of meeting the projected growth in demand through alternative energy strategies? What are the available alternatives and how do they compare with current energy supply plans?

2. The Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT), as part of its efforts to meet the growing energy demand and at the same time to diversify away from imported oil in favor of domestic energy sources, is increasing the share of power generated from lignite. It is projected that by the year 2006 as much as 32 percent of power will be generated from lignite. How is this increased dependence on the most heavily-polluting of all energy sources going to affect air pollution levels and acid rain deposition both within Thailand and regionally? Are the measures taken by EGAT to mitigate these problems adequate and how can they be improved? Are there acceptable alternatives to lignite and how do they compare in terms of cost? Does it make sense for Thailand to be concerned with acid rain considering the regional nature of the problem, and the plans of neighboring countries, such as China and India, to accelerate their consumption of coal to advance their industrialization?

3. Lignite has a tremendous cost advantage as a source of energy for industrial boilers over all other fuels including heavy fuel oil and natural gas. This advantage has increased further with the recent increase in oil prices. Thus, many industries are converting their boilers from heavy oil and other fuels to lignite. Is such a conversion desirable considering the high levels of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), and suspended particulate matter (SPM) generated by lignite, and the concentration of industry in and around densely populated areas? If not, how can this conversion be discouraged? What are the alternatives?

4. Air pollution and traffic congestion are the two energy-related problems that more than any others affect the productivity and quality of life of people living in the BMR. Bangkok already exceeds the World Health Organization (WHO) guidelines for air pollutants, especially carbon monoxide (CO), SPM, and lead. The high lead content in gasoline is particularly worrisome because of its possible impact on children's learning capacity. Traffic congestion further exacerbates air pollution problems. What combination of measures need to be taken to lessen both the air pollution and congestion problems of Bangkok? What are the potential roles of energy pricing, infrastructure, and oil refineries in tackling the issue, and who should pay for the cost?

5. Globally, Thailand is not a major producer of the greenhouse gases from fossil fuel combustion that threaten the world's climate (Table 2). Thailand is more important as a producer of carbon from deforestation, and methane from paddy production. However, both deforestation and paddy cultivation are expected to decline considerably in the future while the consumption of fossil fuels will grow exponentially due to industrialization, urbanization, and income growth. In light of these developments, what should Thailand's role be in international negotiations that aim to contain greenhouse gas emissions? What are the potential roles that improvement of energy efficiency and accelerated reforestation can play in keeping Thailand's greenhouse gas emissions to levels that would allow continued economic growth?

## **REGULATING LAND USE AND FINANCING URBAN INFRASTRUCTURE**

1. Rapid urban growth, while making a major contribution to the Thai economy, is placing a growing burden on the physical, social, and environmental infrastructure. The demand for roads, water, power, sewerage, and public amenities is growing without restraint while the supply is limited by inadequate public resources. Under the current structure, benefits from land development fall largely to private landowners and developers, while the financial costs of providing infrastructure or the social and environmental costs of failing to provide adequate infrastructure fall on the public. Are there mechanisms to link the provision of additional infrastructure and the protection of the urban environment to private sector investments that both benefit from, and place additional burdens on existing infrastructure?

2. Rapid urban development in Bangkok's satellite provinces, by gradually displacing agricultural land, threatens to replace the visual amenities of rural and pastoral landscape with an agglomeration of factories and dense housing. It is desirable to maintain more

open and green spaces in and around urban and industrial centers. Yet, is it realistic to expect that land can (or should) be reserved for agricultural use when significantly higher economic and employment benefits can be obtained from its conversion to other uses? What is the Thai experience with land use planning and zoning? Are there any alternatives? Are land use controls necessary, what forms should they take, and how can they be made more effective and equitable?

**Table 2 Greenhouse Gas Emission: A Country Comparison**

	Net Total a/ Greenhouse Gas Increase ( <sup>'000</sup> t.carbon)	Population ( <sup>'000</sup> )	GNP (Million \$US)	Emission per Capita (t.carbon)	Emission per \$US GNP (Kg.carbon/\$US)
WORLD	5,900,000	4,997,609	-	1.2	-
ASIA					
Thailand	67,000	53,150	45,542	1.3	1.5
Malaysia	26,000	16,264	30,075	1.6	0.9
Indonesia	140,000	172,494	76,038	0.8	1.8
Singapore	7,100	2,616	20,884	2.7	0.3
India	230,000	786,300	248,073	0.3	0.9
China	380,000	1,085,008	313,672	0.4	1.2
Korea.Rep.	29,000	42,672	113,153	0.7	0.3
Japan	220,000	122,053	1,924,663	1.8	0.1
AMERICA & EUROPE					
USA	1,000,000	242,159	4,516,739	4.1	0.2
UK	150,000	56,160	592,764	2.7	0.3
Canada	120,000	25,963	391,928	4.6	0.3
OTHERS	3,530,900	2,392,770	-	-	-

*Note:* a/ Includes carbon dioxide emissions, methane emissions, and CFCs use.

*Source:* World Resources 1990/1991 and World Resources 1987



## Chapter 3

# The Findings

### INDUSTRY AND THE ENVIRONMENT

1. The manufacturing sector is by far the largest generator of hazardous waste, accounting for 90 percent of all such waste in the country. Industrial hazardous waste stands at 1.9 million tons today and is projected to grow to 5.8 million tons by the year 2001. Two-thirds of this waste comes from the basic metals industry and lends itself to containment and treatment on site, though this is rarely done. The rest (600,000 tons) is produced in small quantities by industry groups such as fabricated products, transport equipment, electrical machinery, chemical products, textiles, and printing and publishing. It is usually dumped freely into rivers and landfills, or stored in drums on site with little or no treatment. The only exception is the Bang Khuntien pilot treatment facility for the electroplating industry which treats about 40,000 tons of waste a year at a cost of 500 baht per ton (covering only operating cost). Heavy metal sludges and solids, followed by acid waste, pose the greatest environmental risks and, along with the alkaline and photo wastes, present the most cost-effective opportunities for risk reduction (Table 3). Treatment of all treatable hazardous waste (from all industries except the basic metals industry) generated at present at the full cost of 1,000 baht per ton, would cost about 600 million baht annually, or 0.3 percent of the GDP produced by the hazardous-waste-generating industries.

2. The bulk of biodegradable waste is generated by sugar factories (29 percent), pulp and paper industries (20 percent), and the rubber industry (18 percent). The rest is contributed by the beverage industry, tapioca mills, slaughterhouses, canneries, and tanneries. Biochemical oxygen demand (BOD) from industrial sources stands at 0.5 million tons and is expected to reach 2 million tons by the year 2010. Most of this waste is discharged untreated in the form of effluents into public water bodies where it combines with wastewater from households to reduce the dissolved oxygen (DO) in

rivers below ambient standards. The Chao Phraya and Tachin rivers are at risk of becoming anaerobic in certain sections for part of the year (Table 4). Seventy percent treatment of the current level of BOD would cost 361 million baht annually, which is about one percent of the GDP of the BOD-generating industries.

Table 3 Hazardous Waste: Environmental Risk Factors and Cost Effectiveness of Treatment, 1991

Hazardous Waste Type	Waste Tons a/	Relative Risk Factor	Exposed Population Million b/	Environmental Risk Factor c/	Cost of Treatment		Risk Reduction	
					Baht per ton	1,000 Baht	Per Mill of Baht	Rank
Oils	219,467	1	57	13,000	637	139,822	100	9
Liquid organic residues NH	21	1	17	0	577	12	0	12
Liquid organic residues H	290	1,000	17	5,000	8,343	2,419	2,100	6
Organic sludges NH	1,563	1	16	0	577	902	0	11
Organic solids NH	1,759	1	16	0	8,343	14,675	0	11
Organic sludges and solids H	3,352	1,000	16	54,000	8,343	27,966	2,000	7
Inorganic sludges and solids	19,254	1	42	1,000	146	2,811	500	8
Heavy metal sludges & solids	136,810	10,000	13	17,785,000	158	21,616	823,000	1
Solvents - H	6,806	100	41	28,000	1,976	13,449	2,100	6
Solvents - NH	29,357	10	41	12,000	3,195	93,796	100	10
Acid waste	125,428	100	32	401,000	257	32,235	12,500	4
Alkaline wastes	34,235	100	33	112,000	77	2,636	42,800	3
Off spec products	25	1	7	0	2,907	73	0	11
PCB	247	10,000	11	27,000	•	•	•	•
Aqueous organic residues	242	100	10	0	146	15	0	11
Photo wastes	16,345	100	52	85,000	54	883	96,300	2
Municipal wastes	11,757	1	75	1,000	2,410	28,334	10	10
Infectious wastes	76,075	100	57	434,000	577	43,895	9,900	5
Total	683,003				626	427,620		

Note: • Thailand stopped importing PCBs, in 1985. PCB waste from past imports is currently sent abroad for treatment.

H = halogenated

NH = nonhalogenated

a/ Estimated quantities in 1991.

b/ 1991 population in provinces where specific waste type is being generated

c/ Waste quantity x relative risk factor x exposed population/1,000 rounded off to nearest 1,000

Source: Engineering Science, Inc. (1989)

Table 4 Biochemical Oxygen Demand (BOD) Load to Major Rivers in Thailand, 1986

River Name	DO of River (mg/l)	Std. DO (mg/l)	No. of Factories a/	Flow 1000 cu.m (Per Year)	BOD Load (Tons/Yr)	70% Cost of Treatment b/ (Million B.)	Treatment Residual BOD (Tons/Yr)
Bang Pakong	4	-	135	13,997	86,761	60.73	26,028
Chao Phraya	0.3	2	351	53,224	81,426	57.00	24,428
East Coast Gulf	-	-	123	16,345	80,427	56.30	24,128
Mun	3	-	84	7,350	75,867	53.11	22,760
Thachin	< 2	2	376	166,757	56,033	39.22	16,810
Mae Klong	> 4	-	22	47,741	48,910	34.24	14,673
Ping	-	-	17	125,087	30,254	21.18	9,076
Nan	-	-	19	101,866	21,819	15.27	6,546
Chi	-	-	82	18,015	19,106	13.37	5,732
Khong	-	-	55	1,532	7,091	4.96	2,127
Prachinburi	-	-	27	281	4,618	3.23	1,385
Wang	-	-	13	1,517	3,719	2.60	1,116
Yom	-	-	5	102	296	0.21	89
Kok	-	-	2	18	55	0.04	16
Total			1,311	553,833	516,381	361.47	154,914

Note: a/ This amount of load covers only factories under monitoring scheme of the Department of Industrial Works.

b/ Assuming cost of treatment = 1000 baht / ton

Source: Department of Industrial Works, Office of the National Environment Board (1986), Department of Health (1986)

3. Industrial pollution is currently concentrated in the BMR and will continue to be so in the foreseeable future, but there are signs that some of the worse polluters are moving out of the BMA into the satellite provinces of the BMR, which continues to receive by far the largest number of new industries. The BMR, the most densely populated area in the country, accounts for over 50 percent of the 52,000 factories and 23 industrial estates in the country, and generates three-quarters of manufacturing GDP and total industrial waste (Table 5).

**Table 5 Projected Quantity of Hazardous Waste by Region, 1986-2001**

Region	Unit : Metric Tons							
	1986	%	1991	%	1996	%	2001	%
BMR	817,084	71.09	1,413,701	70.91	2,447,943	70.78	4,236,332	70.68
Central	183,950	16.01	322,252	16.16	563,481	16.29	982,063	16.38
North	75,706	6.59	132,247	6.63	230,580	6.67	400,713	6.69
Northeast	14,488	1.26	24,557	1.23	41,779	1.21	71,615	1.19
South	58,096	5.05	100,845	5.06	174,980	5.06	303,117	5.06
Total	1,149,324	100.00	1,993,602	100.00	3,458,763	100.00	5,993,840	100.00

Source: Engineering Science, Inc (1989)

4. The structural changes in industry and changes in production materials are leading to the emergence of new types of pollution problems in Thailand. A shift is occurring from traditional pollutants, such as wastewater pollution in the form of BOD, to more complex toxic pollutants including heavy metals, toxic air and water pollutants, and hazardous wastes. The share of hazardous-waste-generating factories has increased from 29 percent in 1979 to 58 percent in 1989. The trend towards more hazardous-waste-producing industries is expected to continue during the next 15 to 20 years.

5. Industrial promotion policies have accelerated the introduction of new technology-based industries into Thailand. The BOI has provided investors with privileges and incentive packages in order to draw in foreign investment, but has not effectively used EIAs or pollution intensity per unit of GDP among its selection criteria for these target industries. By not using such criteria, it has accelerated the production of hazardous industrial waste. An analysis of BOI-promoted industries indicated that the proportion of investments approved for hazardous-waste-generating industries increased from 25 percent in 1987 to 55 percent in 1989.

6. Industrial estates have an unrealized potential for industrial pollution control. While all 23 industrial estates have wastewater treatment facilities, none of them is known to operate a hazardous waste treatment facility or to have a formal environmental unit.

## ENERGY AND THE ENVIRONMENT

1. Under the impetus of continued economic growth, industrialization, and urbanization, the demand for both primary energy (power generation) and final energy (industry, vehicles, homes) will continue to grow. Both primary and final energy demand are projected to increase at an average annual rate of 8 percent, quadrupling by the year 2006.

2. There will be an increasing shift of energy use towards lignite which will increase its share in primary energy generation from 10 percent today to 32 percent by the year 2006, while the share of natural gas will drop from the current 23 percent to only 11 percent. Since natural gas is perhaps the "cleanest" source of energy, and lignite the "dirtiest", this shift will have significant environmental implications. The share of petroleum will remain high, declining slightly from 64 percent today to 56 percent by the year 2006. In absolute terms the consumption of petroleum for electricity generation will more than triple. The use of petroleum products, such as diesel and gasoline for transportation, and fuel oil for industrial use, will continue to dominate final energy demand. The use of lignite in industrial boilers and cement production plants is expected to increase significantly from its current level by the year 2006. Thus, the projected future energy consumption pattern indicates that Thailand will be increasingly dependent on high-carbon and high-sulfur fuels such as lignite, diesel, and fuel oil, with severe environmental implications (Table 6).

3. Thailand is an inefficient user of energy. Energy intensity has risen by 15 percent since 1982, reaching 0.9 barrels per day of crude oil equivalent (COE) per million baht of GDP at present, compared with 0.78 barrels per day in 1982. The reverse trend is observed in Japan, the United States, and Europe. The rising trend in energy intensity in Thailand is only partially due to the structural change of the economy, from agriculture to industry. Another important factor has been the inefficiency in energy use which arises from ineffective land use planning, inadequate infrastructure, and relatively low energy prices.

Table 6 Energy Demand in Thailand

Unit: KTOE						
	1988	% Share	2006	% Share	2011	% Share
<b>Primary Commercial</b>						
Natural Gas	5,096	23.7	9,733	11.3	9,733	8.2
Lignite/Coal	2,246	10.4	27,358	31.8	44,591	37.6
Hydro	346	1.6	664	0.8	664	0.6
Petroleum	13,850	64.3	48,320	56.1	63,456	53.5
<b>Total</b>	<b>21,538</b>	<b>100.0</b>	<b>86,075</b>	<b>100.0</b>	<b>118,444</b>	<b>100.0</b>
<b>Final Energy</b>						
LPG	898	5.6	3,946	6.6	5,427	6.6
Gasoline	2,168	13.5	7,311	12.2	9,732	11.9
Diesel	6,262	39.1	20,460	34.1	26,814	32.7
Jet/Kerosene	1,564	9.8	4,911	8.2	6,554	8.0
Fuel Oil	1,855	11.6	6,244	10.4	9,483	11.6
Lignite/Coal	807	5.0	4,020	6.7	5,816	7.1
Natural Gas	60	0.4	1,135	1.9	1,135	1.4
Electricity	2,406	15.0	11,937	19.9	17,057	20.8
<b>Total</b>	<b>16,020</b>	<b>100.0</b>	<b>59,964</b>	<b>100.0</b>	<b>82,018</b>	<b>100.0</b>

Source: National Energy Administration  
National Energy Policy Office  
Electricity Generating Authority of Thailand  
Thailand Development Research Institute

4. Traffic problems arising from haphazard development and inadequate road infrastructure have led to wasteful use of energy. The average speed of traffic in Bangkok's central business district has fallen to 8 kilometers per hour and is not expected to improve despite efforts to build more roads and a mass transit system. The share of the transportation sector in the final energy demand has risen from 46 percent in 1973 to 56 percent in 1989, which compares unfavorably with Korea's 15 percent, Taiwan's 16 percent, Indonesia's 30 percent, and Malaysia's 36 percent. The high share (over 50 percent) of transportation in final energy demand, and the high share of "personal" passenger cars (50 percent) within transportation, mean high dependence on petroleum products and inefficient energy use. As much as 28 percent of the total final energy demand is currently used by private passenger cars, motorcycles, taxis, and pickups.

5. Under the Base Case, the business-as-usual scenario, it is projected that energy-related pollutants will increase to disturbing levels over the next 20 years. The Base Case assumes stabilization of commercial energy intensity in most sectors and a decline in noncommercial intensity over the period. It also incorporates currently planned measures by the government, such as reduction of lead in gasoline to 0.15 grams per liter, and a cut of 50 percent in the sulfur content of diesel fuel by 1993. Under this business-as-usual scenario it is projected that Thailand will experience high emission levels of sulfur and carbon. The emissions of  $\text{SO}_2$  from all sources are expected to rise by more than five times, to reach 3 million tons by 2011. Government policy to promote the use of lignite in power plants will raise the share of the power sector in total  $\text{SO}_2$  emissions from 44 percent in 1988 to 60 percent by 2011. The air quality around the lignite power plants in Mae Moh is expected to worsen considerably and the prospects of environmental damage from acid rain increase.

6. The increased use of high-carbon fuels such as lignite, and the continued dominance of petroleum in power generation and transportation will raise  $\text{CO}_2$  emissions from 86 million tons in 1988 to 389 million tons by 2011. The power sector's share will grow from 19 percent to 43 percent due to the increased use of lignite.

7. The transportation sector dominates emissions of HC,  $\text{NO}_x$ , and CO with 41 percent, 67 percent, and 87 percent shares, respectively. The level of emissions of HC is expected to double over the next 20 years to reach 1.7 million tons in 2011, of which 88 percent will originate in transportation. The emission of  $\text{NO}_x$  will increase by five times to reach 2 million tons in 2011, of which 60 percent will come from the transportation sector. Almost all of the 8.4 million tons of CO in 2011, a fourfold increase over the current level, will originate in the transportation sector. Because of government plans to reduce lead in gasoline to 0.15 grams per liter, lead emissions are projected to grow more slowly than other pollutants, doubling to 2,000 tons by the year 2011.

8. The industrial sector, with a 40 percent share, is a major contributor of SPM. By the year 2011 the level of SPM emissions will triple to 1.6 million tons, and the share of the industrial sector will rise to 67 percent. The industrial sector will also become a major source of  $\text{SO}_2$  if the trend of converting industrial boilers to lignite continues.

In conclusion, an environmentally unsound energy mix and inefficient energy use will combine to expose a large section of the country's population to serious environmental and health risks. The BMR is particularly vulnerable because of the high

concentration of both people and pollutants, especially SPM, CO, NO<sub>x</sub>, and lead, within a confined geographical area. The air quality conditions in Bangkok have already exceeded or are about to exceed the national (NEB) and international standards for health. The doubling and, in many cases, quadrupling of emissions over the next 10 to 20 years from their already critical levels will have severe health impacts, on a population which will be at least double its current size.

While acid rain and greenhouse gases are long-term problems of wider concern (Table 7), Thailand must begin to deal with them now before they are imbedded in the structure of the economy and in international agreements that are difficult to change later on. The lignite- and coal-fired power plants that are being planned now for decades to come, the conversion of industrial boilers to lignite, and the purchase of vehicles with inadequate environmental controls will determine Thailand's SO<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> emissions well into the twenty-first century, and consequently Thailand's contribution to acid rain in the region and to global greenhouse gases.

**Table 7 Summary of Key Greenhouse Gases Affected  
by Human Activities**

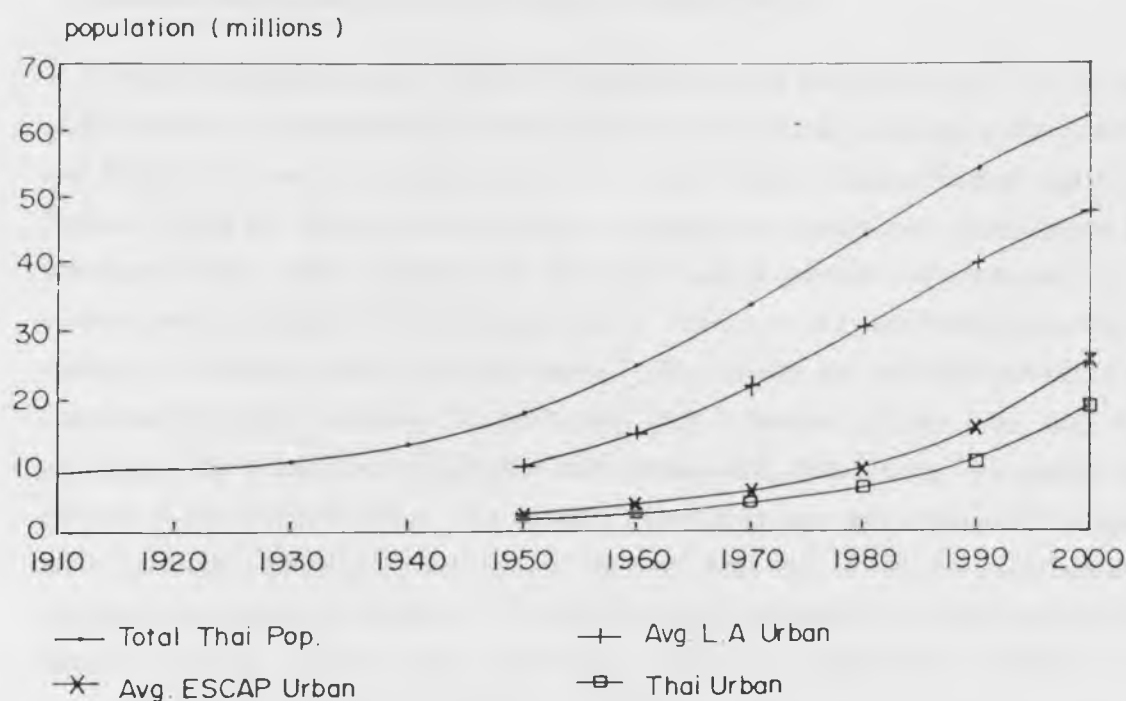
	Atmospheric Concentration				
	Carbon Dioxide (ppmv)	Methane (ppmv)	CFC-11 (pptv)	CFC-12 (pptv)	Nitrous Oxide (ppbv)
Pre-Industrial (1750-1800)	280	0.8	0	0	288
Present Day (1990)	353	1.72	280	484	310
Current Rate of Change per Year	1.8 (0.5%)	0.015 (0.9%)	9.5 (4%)	17 (4%)	0.8 (0.25%)
Atmospheric Lifetime (Years)	(50-200) a/	10	65	130	150

*Note:* ppmv = parts per million by volume  
 ppbv = parts per billion (thousand million) by volume  
 pptv = parts per trillion (million million) by volume  
 a/ = The way in which CO<sub>2</sub> is absorbed by the oceans and biosphere is not simple and a single value cannot be given; refer to the main report for further discussion.

*Source:* IPCC Working Group I

## URBANIZATION AND ENVIRONMENT

1. The suburban settlements around Bangkok are the most rapidly growing areas in the country, not only in population but also in capital investment and employment. The BMR, with only one-tenth of the country's population, produces three-quarters of the Gross Domestic Product in manufacturing. The population in the BMR is currently growing 80 percent faster than the national average and is expected to continue to do so throughout the 1990s. While this is unusual by comparison to past trends in Thailand, it is not unusual by comparison to worldwide trends. What is unusual is the still low overall rate of urbanization by comparison to other countries in Asia, let alone in Latin America (Figure 2). For its level of per capita income, Thailand has one of the world's lowest rates of urbanization; yet the BMR is experiencing one of the world's worst problems of infrastructural bottlenecks, crowding, congestion, and urban pollution.



**Figure 2 Changes in Total and Urban Population, 1990-2000**

Source: Asian Population Programme (1987)



2. Industry is heavily concentrated in the BMR because of its proximity to markets, ports, government services, and superior, though still inadequate, infrastructure. Despite government efforts to decentralize industry through land use planning and the elimination of BOI privileges for industries locating in the BMA, the region continues to receive by far the largest share of industrial investment. The industrial estate, a locational instrument, follows the same pattern as overall industry: out of 23 industrial estates in existence in 1989, more than half (12) were located in the BMR, seven were in the Central Region and four in the remaining three regions. This suggests that industrial growth in the BMR is independent of BOI and Industrial Estate Authority of Thailand (IEAT) policies and land use planning. This also reconfirms the finding of the Sixth Plan that market forces and the private sector are the main determinants of the timing, scale, and direction of growth: "A policy to slow down the growth of Bangkok through physical planning alone will not be effective because they (the plans) cannot resist market forces." (National Economic and Social Development Board, 1987).

3. Aerial photography and LANDSAT data indicate that there has been a major decline in the amount of land devoted to agriculture in the suburban provinces of Pathum Thani and Nonthaburi and, to a lesser extent, in Samut Prakan, Samut Sakhon and Nakhon Pathom (Table 8). Many of the orchards, rice fields, fish ponds, and animal farms in the provinces have been displaced by industrial and residential development, by golf courses, and unutilized land under speculation. However, the land actually occupied by industry is still very small. Even in Samut Prakan, clearly the most industrialized of all suburban provinces, industry occupies less than 8 percent of the total area of the province. By comparison residential and commercial uses occupy 20 percent to 25 percent of the province's area. Yet, industry's impact on land use extends far beyond the area it occupies physically, and covers the total area that is affected significantly by industry's environmental impacts. Under the current conditions of inadequate pollution control, industry imposes major air, water, noise, and solid waste pollution on the surrounding area as well as contributes to traffic congestion, thereby affecting other uses of the land.

4. Past government efforts to implement land use planning, by zoning areas for agriculture, industry, and residential use in order to reduce haphazard development and negative interactions among different land uses, have proved to be ineffective. The case of Samut Prakan is illustrative of the problem. A comparison of the results of a TDRI survey in 1989 with the land use map developed by the Town and Country Planning

Department (TCPD) in 1984 reveals the following: (1) Industry has developed at an explosive rate since 1985, with 377 new industries added in 1988 alone totaling a new capital investment of 70 billion baht. (2) Industrial development closely follows infrastructure development, particularly road construction as exemplified by the "ribbon-type" development along the Bangna-Trad highway. (3) The development pattern in Samut Prakan over the past six years does not closely resemble the land use plan. The plan has since been modified to emphasize the role of infrastructure and market forces in land use change.

**Table 8 The BMR's Agricultural Area, Selected Years**

Province	<sup>a</sup> 1971	<sup>a</sup> 1980	<sup>a</sup> 1982	<sup>a</sup> 1987	<sup>b</sup> 1989
Bangkok	540,804	533,284	-	525,359	-
Pathum Thani	897,876	884,490	-	848,278	747,730
Nonthaburi	380,630	340,234	-	319,152	273,151
Samut Prakan	492,413	475,986	459,986	456,417	433,049
Samut Sakhon	423,937	-	385,955	-	403,898
Nakhon Pathom	126,710	-	-	-	1,049,501

*Note:*      a Translation from aerial photograph  
               b Translation from satellite photograph, August, 1989  
               c Agricultural area increased because mangrove forest was decreased from 69,693 rai (1982) to 25,845 rai (1989) and mangrove forest changed to agricultural areas (shrimp farm).

*Sources:*    Department of Land Development

5. The land use concept of a "Green Belt" put forth recently, is similar to policies proposed for many Western cities which have been unsuccessful. Zoning by itself does not solve the problems of pollution, congestion, or haphazard development because it does not change the economic forces at work, it does not raise revenues for additional infrastructure and pollution control, and it pushes up land prices by reducing the land available for industry and housing. The creation of artificial boundaries between very-high and very-low land prices, corresponding to industrial/urban and agricultural land uses, is an irresistible incentive for either noncompliance or side payments.

6. Land prices in the BMR have been increasing at a rate of 20 percent to 30 percent per year, reflecting the rapid growth in demand of land for residential, industrial, and commercial uses under the forces of income growth, urbanization, and industrialization. Distance from the central business district and the presence or absence of basic infrastructure (water supply and paved roads) explain as much as 80 percent of the variation in residential land prices in the BMR during the past three years. Investors are attracted to urban fringe land because it is still relatively inexpensive compared to land in the inner city, and yet relatively accessible to the services, labor, and markets available in the Bangkok.

7. In the absence of environmental infrastructure and effective pollution control, urban and industrial growth have combined in the BMR to create increasingly serious problems, e.g., air, water, and solid waste pollution, that diminish the quality of urban and suburban life. Monitoring data indicate that lead has increased from 0.1 to 1.0 micrograms per cubic meter during 1983-1986, to 0.6 to 5.45 micrograms per cubic meter during 1987-1989. Reported blood lead levels, in the range of 16-40 ug. per deciliter, are at least three times as great as those found in the United States and Western Europe. Lead at these levels has been implicated as a major cause of strokes and mental retardation. SPM has also increased from a range of 0.09 to 0.19 milligrams per cubic meter during 1983 to 1986 to 0.09 to 1.25, while the NEB standard is 0.1 milligrams per cubic meter. Carbon monoxide has similarly increased from a range of 1.0 to 9.5 milligrams per cubic meter to 1.13 to 52.65 while the NEB standard is set at 50 milligrams per cubic meter for one hour. While these increases may partly reflect improvements in monitoring, the projected growth in energy use and industrial expansion in the BMR leave little doubt that air pollution levels will soon exceed, if they have not already exceeded, safe limits for human health.

8. Based on a TDRI survey (1988) for Pathum Thani, Nonthaburi, BMA, and Samut Prakan, domestic sources account for about 75 percent of total biochemical oxygen demand (BOD) load; the balance is contributed by the industry. The majority of households discharge wastewater directly into storm drains that lead into canals, most of which have become anaerobic and give off offensive odors. Of the 5,400 tons of solid waste generated daily in the BMA, only 4,225 tons (80 percent) are currently collected; the rest is dumped in vacant plots, canals and rivers, or discharged into drainage systems. Projections of solid waste and disposal facilities suggest that the BMA will run out of dumping space within the next six to seven years.

9. Environmental degradation in the BMR is not so much a consequence of urban and industrial growth as it is the very predictable result of failure to supply urban and environmental infrastructure consistent with the demands of economic growth:

- High density development without adequate provision of mass transit and road networks has led to traffic congestion.
- High water demand without adequate municipal water supply has led to excessive groundwater pumping and consequent land subsidence.
- High density development without adequate drainage and sewerage has led to flooding and water pollution.
- Industrial development without adequate pollution control investment and enforcement has led to increased air, water, and solid waste pollution.

These are not inevitable consequences of urban and economic growth, but the result of failure to develop adequate institutional mechanisms to assure that those who benefit from new development also pay for the necessary infrastructure and pollution controls needed to protect the environment (Figure 3).

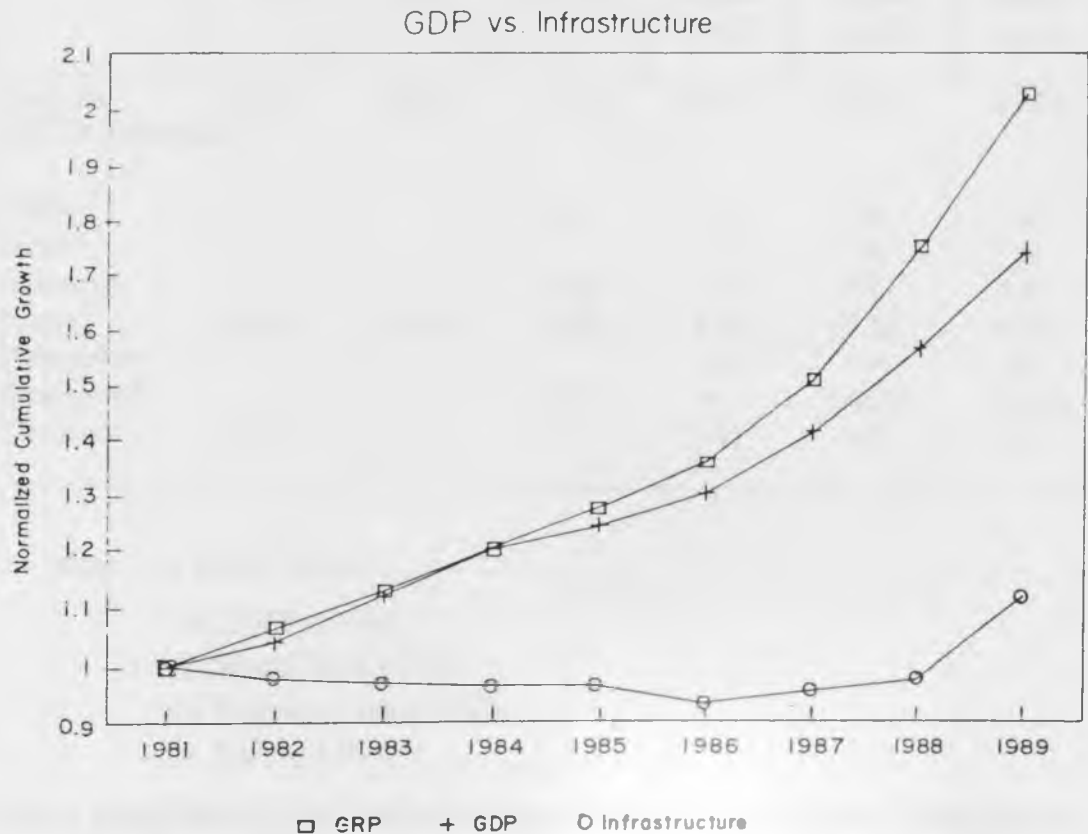


Figure 3 Differential Growth Rates of GDP and Infrastructure

10. Thailand spend less than 0.24 percent of GNP on environmental protection compared to 0.38 percent by Korea and 1.2 percent by OECD countries (Table 9). Assessment of land values in Thailand for property taxes are consistently less than 50 percent of the true market value, and often less than 10 percent. Property taxes in Thailand represent only 0.18 percent of GDP compared to 0.40 in Indonesia, Korea, and the Philippines, and about 2 percent in Japan, Australia, and New Zealand. Investments in public infrastructure are declining as a percent of GDP. While the GDP has grown by 25 percent during the past 8 years (and GDP for BMR by 100 percent) investment in public infrastructure has grown only 10 percent.

**Table 9 Comparative Environmental Investments**

	Waste Water Annual C + O&M as % of GDP	Air & other Media Annual C + O&M as % of GDP	Total Annual C + O&M as % of GDP	Waste Water Annual C + O&M per capita (us \$)	Air & other Media Annual C + O&M per capita (us \$)	Total Annual C + O&M per capita (us \$)
Avg. for OECD Countries <sup>a</sup>	0.61	0.67	1.28	40.23	44.59	84.83
China <sup>b</sup>			0.70	na	na	2.03
India <sup>b</sup>				na	na	na
Indonesia			0.38	na	1.71	1.71
Korea <sup>e</sup>	0.20	0.20	0.40	5.38	5.38	10.76
Philippines				na	na	na
Singapore <sup>d</sup>			1.09	na	106.86	106.86
Thailand <sup>e</sup>	0.24		0.24	2.04	na	2.04

*Note* a OECD (1984)

b UNDP (1990)

c World Bank (1985)

d Business Times (1990)

e NIDA (1987)

*Source* Organization for Economic Cooperation and Development, United Nations Development Program, Business Times, World Bank, National Institute of Development Administration

In conclusion, the underlying cause of most urban environmental problems confronting Thailand today is not urban land development *per se*, but failure to achieve adequate coordination between private development and investment in infrastructure, particularly environmentally-related infrastructure. Land speculation and loss of agricultural land appear to be symptoms of the problem rather than true causes. When landowners and the beneficiaries of land development are not held responsible for protecting the environment and paying for the necessary infrastructure, sprawling, environmentally unsound development is a predictable consequence.

## Chapter 4

# Recommendations

### CHALLENGES AND CHOICES

While industrial waste, air pollution, and urban congestion are inevitable byproducts of industrialization and urbanization, they need not grow in proportion to industrial and urban growth. A shift to less-heavily polluting industries would reduce the growth of industrial pollution below the rate of industrial growth. A shift to more efficient industrial and energy-generating technologies would reduce industrial pollution per unit of GDP. A change in the industrial and energy fuel mix towards less-polluting fuels (e.g., from lignite to natural gas) could reduce pollution even as industry and energy consumption grow. The geographical dispersion of polluting industries would reduce ambient concentrations of pollutants, increase the effective assimilative capacity of receptors, lower urban congestion, and buy time to expand public infrastructure. The application of waste treatment would reduce the quantity and toxicity of industrial and urban waste, while proper disposal would reduce the associated damage to both human health and the natural environment. Linking the funding of public infrastructure to private investment in land development would alleviate much of the congestion and pollution arising from inadequate infrastructure development.

These waste- and damage-minimizing changes in production technology, plant location, energy use, and waste treatment and disposal will not be made voluntarily by private firms, individual consumers, and land owners/developers. Industrial waste, air pollution, urban congestion, and the associated damage to other activities or the environment are "externalities" that do not perceptively affect those who generate them. Therefore polluters have no cause to take them into account and attempt to minimize them. Waste reduction, treatment and disposal, and shifts to less-polluting energy inputs involve additional expenditures which increase production costs and reduce competitiveness. Thus, in the absence of some form of government intervention, free

disposal of uncontrolled and untreated waste, use of the low-cost, high-polluting fuels, and haphazard development are the most "economical" and, therefore, the preferred choice of private industry.

The existing institutions and regulations for dealing with the externalities or side effects of growth, having been designed under entirely different circumstances, are clearly inadequate for dealing with the emerging pollution and congestion problems. One problem is that the times have changed dramatically, but the institutions and regulations have changed only marginally. In the 1960s, there were only 500 factories in the country, of which hardly any produced hazardous waste. At present there are more than 50,000 factories, half of which produce hazardous waste.

Another problem is that Thai environmental regulations, like those of many other developing countries, are often replicas of early developed-country regulations and are based on command and control instruments. These regulations set inflexible effluent standards, waste treatment requirements, and land use zoning with sanctions for noncompliance such as imprisonment and fines. However, for cultural reasons, the Thai society is not given to litigation, and courts are used only as a last resort. Thus, the sources of the ineffectiveness of existing institutions and regulations in controlling pollution and congestion go beyond the lack of coordination and lax enforcement, problems that are often attributed to inadequate manpower and budget.

Patching up of existing regulations is unlikely to reverse the exponential accumulation of pollutants or to generate more resources for expanding infrastructure. Structural changes in Thai industry towards energy- and pollution-intensive activities, the continued rapid rates of urbanization and industrialization, and the diminishing assimilative capacity of the environment, combined against a backdrop of ineffective environmental controls, will accelerate environmental degradation and ultimately constrain growth itself. The risks of this business-as-usual scenario include the dubious reputation of Thailand as a pollution "haven", discouragement of foreign investment, reduced productivity of the labor force, increased medical expenditures, damage to the thriving tourist industry, and threats of retaliatory tariffs against "unfair" trade arising from lax environmental standards.

The Thai culture, perhaps more than others, does not lend itself to command and control, and even if it did, the costs of attaining the acceptable level of environmental quality through command and control would be onerous economically, socially, and



politically. Moreover, the introduction and amendment of regulations is a very slow process which cannot keep up with the dramatic changes and dynamics of the Thai economy. At a minimum, environmental regulations should be supplemented by flexible market-based mechanisms and economic incentives, such as proper pricing, pollution charges, impact fees, and transferable development rights. While regulations are violated with immunity, the imperatives of the market can be ignored only at one's own peril.

It is somewhat of a paradox that economic incentives and other market-based mechanisms have not been used more extensively to deal with industrial pollution and haphazard urban development in a country where people are known to be very responsive to economic incentives and market opportunities. There is a certain inconsistency in using economic incentives to attract foreign investment, and yet not using the same or similar instruments to combat industrial pollution generated by the promoted and other industries.

Based on our projections of mounting environmental impacts, the ineffectiveness of existing command, and control regulations, and the experience of other countries with alternative approaches to environmental management, we recommend a serious consideration of market-based mechanisms and economic incentives/disincentives as alternatives or at least supplements to existing and new regulations.

## **THE FIVE PRINCIPLES OF COST-EFFECTIVE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**

In designing effective policy instruments for environmental management, the following principles need to be observed:

### **1. An Ambient Quality Target**

The goal should be to achieve a desired environmental quality (ambient standard), not a uniform effluent or emission standard or level of waste treatment. Ambient quality is the ultimate objective, and can be achieved through various means; uniform effluent standards is only one instrument, and rarely the most efficient. The target ambient quality standard should be specific, monitorable, and verifiable.

### **2. The Minimum Cost Principle**

The desired ambient quality standard must be attained through the most cost-effective means, that is, at the lowest possible cost to the economy. This includes both the cost to the regulatory agency, such as monitoring and enforcement costs, and the cost

to industry, such as a reduction in output and an increase in compliance cost. This implies that the chosen policy instrument must be enforceable in the Thai context at a relatively low cost, and with minimal leakage.

### **3. The Polluter-Pays-Principle**

The chosen policy instrument must be self-financing, and perceived as equitable. The polluter-pays-principle is now widely accepted around the world. While the payment is collected from the industrial producer or land developer, the ultimate burden (incidence of the pollution or congestion charge) is shared between the producer and the consumer in a proportion determined by the elasticity of demand for the product or service in question. In the case of an exported commodity sold in competitive world markets (and therefore facing infinitely elastic demand), the full burden is assumed by the producer; therefore, his competitive position may be affected. Hence, the following two principles should be considered:

### **4. The Competitiveness Imperative**

The policy instrument chosen should not significantly reduce the overall competitiveness of Thai industry, though it would unavoidably change the industrial and energy mix in the medium to long run if it were to be effective at all. Maintaining competitiveness while controlling pollution implies the existence of inefficiencies that the chosen instrument should seek to reduce.

### **5. Policy Transition**

Changing the industrial mix from high- to low-polluting industries, and the energy mix from high- to low-polluting fuels, is one of the desirable outcomes of an effective pollution control policy. However, structural change takes time because investments which have already been made, under "pollution haven" conditions, will take time to depreciate. Therefore, in the interest of both fairness and efficiency, allowance for adjustment during the transition period must be made. The new policy is also likely to be more acceptable to industry if it is gradually phased in over an appropriate period. The stability and predictability of the policy is critical if industrial investment is to be gradually shifted from high- to low-polluting industries.

Based on these five principles, a number of pricing policies, market-based mechanisms, and economic incentives/disincentives are proposed to deal with the pollution and congestion problems identified and projected by the analysis. These measures are interrelated and mutually consistent across the three sectors; the industrial,

the energy, and the urban sectors. For clarity of exposition, however, they are presented separately.

## POLICIES FOR CONTROLLING INDUSTRIAL POLLUTION

### Hazardous Waste

To control hazardous waste from industrial sources, the establishment of an Industrial Environment Fund (IEF) is proposed. The Fund would provide a vehicle for managing industrial pollution and its future growth at a minimum cost (less than 0.5 percent of corresponding GDP), and with maximum freedom of choice and participation by industry. In line with the "polluter-pays-principle", the fund would be financed from waste charges set presumptively for each industry and verified subsequently via environmental auditing. The charge would be set at a level that covers the cost of transport, treatment, and disposal of hazardous waste plus a profit margin. The average charge for the hazardous-waste-producing industries was estimated at 1,000 baht per ton in current prices including transport, treatment, and disposal costs and a 35 percent profit margin. In actual implementation, the charge would vary according to type and quantity of waste, and the transport distance involved. At the 1991 projected level of industrial hazardous waste (600,000 tons), a 1,000 baht per ton charge would raise 600 million baht, which is only 0.3 percent of the GDP originating in the 17,000 hazardous-waste-generating industrial plants (Table 10).

**Table 10 Total Cost of Hazardous Waste Treatment, 1991**

		(Unit: Thousand Baht)					
TSIC [a]	Industry	Cost of Treatment			Total Cost[c]	Hazardous Waste Industries GDP [b]	Cost/GDP (%)
		Treatment	Disposal	Transport			
321	Textiles	19,557	3,592	2,464	34,992	15,633,159	0.22
331	Wood, cork	157	126	194	658	3,004,315	0.02
332	Furniture, fixtures	391	313	482	1,637	12,191,600	0.01
341-342	Paper and printing	34,396	3,702	2,768	55,596	12,023,753	0.46
351-352	Chemical products	62,100	7,626	5,475	102,402	24,461,300	0.42
353-354	Petroleum products	4,366	461	442	7,165	36,284,400	0.02
356	Rubber, rubber products	18,746	1,733	1,167	29,422	21,616,800	0.14
381	Fabricated products	38,970	22,428	16,026	107,111	16,549,000	0.65
382	Machinery	40,884	5,999	4,122	69,549	16,736,100	0.42
383	Electrical machinery	18,586	10,162	7,255	49,776	17,461,100	0.29
384	Transport equipment	76,553	12,979	9,103	134,655	9,886,588	1.36
385-390	Miscellaneous nec.	608	345	244	1,654	5,362,729	0.03
Total		315,315	69,467	49,741	594,621	191,210,843	0.31

Note: [a] Thailand Standard Industrial Classification  
 [b] GDP at current price  
 [c] Total cost includes 10 baht/ton regulatory fee and 35 percent profit margin

Source: Engineering Science, Inc. (1989)

The proceeds from the waste charges would be used to establish and operate central treatment and disposal facilities for hazardous waste collected from factories. To minimize monitoring and enforcement costs and still ensure that all the hazardous waste is being collected, factories would be required to deposit their waste charges for the entire year with the Fund, along with a matching bond (refundable with interest) or a bank guarantee. Factories that were able to attain lower waste per unit of output would be eligible for rebates. To verify such claims, a system of environmental auditing is proposed; environmental auditors would be private firms accredited with the appropriate government agency and bonded with the Fund. To ensure that the collected waste is treated and safely disposed of at the minimum possible cost, the operation of these facilities would be contracted out to private waste management firms through competitive bidding.

The Industrial Environment Fund would be an independent autonomous foundation or company established jointly by the public and private sectors e.g., the Department of Industrial Works (DIW), the Industrial Estate Authority of Thailand (IEAT), the National Environment Board (NEB), and the Federation of Thai Industries (FTI). These organizations would be represented on the Fund's Board of Trustees. The Fund would have its own Charter, Managing Director, and staff.

No doubt many more details need to be worked out and modifications will need to be made based on DIW, IEAT, NEB, and FTI experience. There may also be unanticipated legal or other difficulties that require changes in some elements. It is the concept rather than the details that we wish to emphasize here. The central concept is that pollution control does not cost much if the incentives are right; and industry should be willing to pay for it, a provided every company pays its share and the policy and costs are known in advance or, at least, are predictable. The contribution of the industry to the Environment Fund, through hazardous waste charges, amounts to about 0.3 percent of industry's valued added, or 1.5 percent of its profits assuming a conservative 20 percent profit rate. The more efficient the industry is in its production process, the less waste it generates, and the less it has to pay for waste treatment and disposal. Industry thus has an incentive to reduce waste, thereby reducing its expenditure on hazardous waste management. With charge-induced waste minimization, the development of business opportunities in hazardous waste management, and induced structural changes toward less-polluting industries, the impact on the economy would be minimal. Industry, at a minimum cost to itself and the economy, would thus make a tremendous contribution to

its own image and to the quality of life of the Thai people, while preserving its competitiveness in world markets.

The concept of the Industrial Environment Fund, as described or appropriately modified, could be tried on a pilot basis with the 500 largest companies in Thailand and/or with the group of industries in Pathum Thani that has already begun taking its own initiative there to control industrial pollution.

### **Biodegradable Waste**

The Industrial Environment Fund for control and treatment of hazardous waste could be extended to encompass biodegradable waste or biochemical oxygen demand (BOD) load discharged with industrial wastewater. However, because the wastewater containing biodegradable waste is less toxic and more voluminous than hazardous waste, it cannot be economically collected and treated by a central treatment facility. It would be better controlled and treated at its source. It is proposed that a pollution charge, based on the type of industry and level of output, be collected annually and in advance by the Fund. As in the case of hazardous waste, the presumptive rate would be set at the maximum for the industry type and output level. Factories that produced lower levels of BOD could request rebates with interest. The Environmental Fund would conduct its own auditing and random inspection to verify a firm's claim. If the claim were verified, any excess charge would be refunded with interest. A firm could, in fact, treat its own waste discharge, and claim zero BOD discharge. In that case, the full pollution charge would be refunded, following verification. However, even in cases of treatment at source, a residual BOD is still discharged for which the factory would be required to pay a reduced rate.

Under this system, factories would have a wide range of options for minimizing waste and, hence, the pollution charge that they ultimately pay. They could reduce output, change their inputs, improve their technology, treat wastes, and relocate to areas where charges were lower. For these purposes, they would be eligible to obtain low-interest loans from the Fund. A group of factories would also be able to borrow collectively from the Fund to build a joint or central treatment facility if this were the lowest-cost option available to them. The Fund could also be used for research on water pollution, technical assistance to industry in pollution control methods, monitoring, auditing, and inspection. A part of the Fund could also be used to finance the central treatment of household waste, if this would permit attainment of the rivers' ambient target

level with substantially lower charges for industrial waste (that is, if this was profitable from the point of view of the industry which paid these charges).

The charge should be set at the average cost of wastewater treatment of a given BOD concentration corresponding to each industrial group. The average treatment cost in 1991 is estimated at 1,000 baht per ton of BOD for industry as a whole. At the projected 1991 BOD loading of 525,442 tons from the nine industries which are the major sources of BOD (Table 11), a 1,000 baht per ton of BOD charge (assuming a 70 percent treatment level) would raise a fund of 368 million baht annually, or about 1 percent of the GDP of these industries. While this amount, as a percentage of the relevant GDP figure, is higher than that of hazardous waste treatment and disposal, it is still affordable. If we assume a 20 percent profit rate it would not exceed 5 percent of the waste-generating-industries' profits. Moreover, the large quantities of wastewater generated by the Thai food industry are partly due to the very low cost of groundwater (1 baht to 2 baht per ton) and the absence of any charge for wastewater discharge, with the exception of a few cases such as sugar mills. It is expected that the implementation of the proposed pollution charges for both wastewater and its BOD concentration would result in significant reductions at a modest cost. Furthermore, industry can recover a part of these payments in the form of low-interest loans and other assistance for waste treatment (Table 12).

In all other aspects, the fund for biodegradable waste and water pollution would work in exactly the same manner as the fund for hazardous waste. In fact, the two funds could, and possibly should, be administratively joined to form one Fund that would cover all forms of industrial pollution and be financed by appropriate charges for each type of waste. Environmental auditing is as central to biodegradable waste control as it is to hazardous waste control. Therefore, a significant new competitive and profitable industry, the environmental auditing industry, would be created in response to market demand.

### **Industrial Air Pollution**

The conversion of industrial boilers, to lignite from other sources of energy, is likely to be the single largest source of industrial air pollution in the foreseeable future. Lignite, a newly developed domestic source of energy, has a great cost advantage over all other conventional energy sources which cost at least 2.5 times the price of lignite per kiloton of oil equivalent (KTOE). In terms of pollutant emissions, however, lignite is by far the "dirtiest" source of energy. It produces 4.5 times as much SO<sub>2</sub>, and 1.5 times as

much  $\text{NO}_x$  and SPM as coal. By comparison, natural gas, which is also a domestic energy source, produces no  $\text{SO}_2$ , only 12 percent of lignite's  $\text{NO}_x$  output, and virtually no SPM. Natural gas is also lowest in terms of  $\text{CO}_2$  emission, thus its potential impact on the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere is lower than that of other fuels. Lignite is preferred to natural gas by the manufacturing industry, however, because its cost advantage is directly beneficial to the firm, while its pollution disadvantage is a social cost that is not paid by the users, but by the society at large (Table 13)

**Table 11 Forecasted Biochemical Oxygen Demand (BOD) Loading, 1991-2010**

Industry	1989 [a]		1991	1996	(Tons Unless Indicated Otherwise)		
	Number	Worker			2001	2006	2010
Sugar	508	30,443	153,740	232,425	321,089	436,445	565,811
Pulp & paper	234	17,849	102,711	161,991	233,460	331,051	443,955
Rubber	44	10,381	96,526	137,525	177,664	225,155	276,039
Beverages	31	17,376	91,277	130,947	171,303	220,496	273,656
Tapioca	142	14,249	40,245	61,780	86,661	119,610	156,972
Slughter house	57	5,018	15,482	18,211	19,575	20,702	21,957
Canned fish & crustaceans	50	5,902	10,910	15,619	20,432	26,300	32,641
Tannery	143	1,627	10,628	20,863	40,341	78,353	136,258
Canned pineapple [b]	131	51,597	3,716	4,642	5,299	5,952	6,625
Total	1,340	154,442	525,235	784,003	1,075,825	1,464,065	1,913,913
Whole Kingdom	51,500	1,345,622					

Note: [a] Data taken from the Department of Industrial Works database.

[b] Number of factories and workers represents all canned fruit & vegetables industries.

**Table 12 Industrial Biodegradable Waste: Annual Cost of Treatment at 70% Level**

Industry	1991		2001		2010	
	Million Baht	% of GDP	Million Baht	% of GDP	Million Baht	% of GDP
Sugar	107.6	3.33	224.8	3.37	396.1	3.40
Pulp & paper	71.9	2.82	163.4	2.82	310.8	2.82
Rubber	67.6	1.42	124.4	1.06	193.2	0.81
Beverages	63.9	0.44	119.9	0.44	191.6	0.44
Tapioca	28.2	5.29	60.7	5.29	109.9	5.29
Slougher house	10.8	0.60	13.7	0.60	15.4	0.60
Canned fish & crustaceans	7.6	0.12	14.3	0.12	22.8	0.12
Tannery	7.4	0.57	28.2	0.57	95.4	0.57
Canned pineapple	2.6	0.17	3.7	0.17	4.6	0.17
Average	367.7	1.05	753.1	1.04	1,339.7	1.02

Source: Thailand Development Research Institute

**Table 13 Comparison of Gaseous Emission vs. Fuel Cost in the Manufacturing Sector (Fuel Cost 1988)**

Fuel Type	Cost / Unit	Baht Per KTOE (x 1,000)	Tons of Emission / Tons of Fuel in KTOE			
			SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	SPM
Coal	1785 B/t	2,859.71	15.26	16.06	3,702.20	89.92
Lignite	550 B/t	1,261.64	68.47	27.95	3,692.30	167.69
LPG	9.85 B/kg	8,483.15	0.01	1.98	2,980.30	0.05
Distill (HSD)	6.3 B/l	7,285.32	19.73	4.41	2,978.90	0.58
Fuel oil	3.0 B/l	3,176.55	60.59	7.02	2,979.00	3.21
NG	70 B/MTU	2,834.71	0.00	3.31	2,129.80	0.06
Fuel Wood	0.7 B/kg	1,849.50	1.32	3.18	4,045.60	10.58
Bagasse	0.27 B/kg	1,513.96	1.69	3.37	4,044.60	44.94

Source: Thailand Development Research Institute



Lignite is clearly underpriced for several reasons. First, the royalties paid to the government are minimal (18 baht per ton) and do not reflect its cost advantage over other fuels. Since the resource is state owned, and minimum exploration is required, virtually all the rents should go to the government in the form of royalties. Second, lignite mining results in considerable environmental damage to the landscape which may preclude future land use. While EGAT pays 4 baht per ton for reclamation costs, it is not clear that the private mines which supply industrial boilers make any reclamation cost payments. The key element in the argument against lignite is that it is likely to be the dirtiest possible source of energy consumed. Its price should reflect this fact, and the fact that the industry is concentrated in or near heavily populated urban centers.

The damage to human health, property, visibility, and aesthetics from the burning of lignite has not been quantified here, but if we judge by the experience of other countries that have used coal (a cleaner fuel) in large quantities, the environmental cost of lignite use could be substantial. These costs are likely to be particularly high in the case of Thai industries concentrated in Bangkok. The potential impact of lignite burning on the quality of life and the tourist industry, could very well exceed lignite's cost advantage.

In principle, it is possible for industrial boilers to use scrubbers, but because of substantial economies of scale, these and other pollution control technologies can only be afforded by very large industries. It is therefore socially preferable for lignite to be restricted to: (1) power generation by EGAT, which has both the scale and remote location to manage air pollution, (2) large industries, such as the cement industry, which have the necessary scale for the installation of scrubbers, and (3) industries located away from major population centers.

In the absence of a more targeted instrument, it is proposed that the price of lignite be raised to a parity with natural gas to discourage the conversion of industrial boilers; a very costly process that would be difficult to reverse in the future. The increase in fuel oil prices, as a result of the Gulf crisis, is making the conversion of boilers to lignite increasingly attractive. It is therefore urgent that the users of industrial boilers are discouraged from shifting to lignite by at least a doubling of the lignite price, and by requiring that all industrial boilers using lignite have scrubbers installed. At the same time, the use of natural gas should be encouraged. Very large lignite or coal users, such as the cement industry, may still find it profitable to install pollution control equipment and to continue to use lignite rather than natural gas. To the extent that these plants are

located away from high-density pollution areas and employ pollution control equipment, their impact on the environment is limited to their contribution to acid rain. A system of rebates could be used to allow selective use of lignite by industries that locate far away from major population centers and employ effective pollution control equipment. A fuel shift from heavy fuel oil and lignite to natural gas could be encouraged by a combination of a price increase in heavily-polluting fuels (especially lignite), and price and tax incentives for conversion to natural gas, especially for industries in Bangkok and other urban areas.

Two supplementary measures for controlling air pollution from industrial sources should be: (1) a reduction of the maximum sulfur content in fuel oil from 3.5 percent to 2 percent initially, and to 1 percent in the long run, (2) a reduction by a similar percentage for diesel oil, and (3) the establishment of emissions standards for new and replacement boilers, especially for industries in Bangkok and other urban areas.

### **Industrial Promotion and Industrial Location**

Government investment promotion policies that inadvertently conflict with environmental protection, such as BOI promotional privileges given to the hazardous-waste-generating industries, should be reviewed and changed. The great demand for BOI promotion privileges by foreign and domestic investors, and the need to be more selective in the granting of such promotional privileges, suggest that environmental criteria (e.g., quantity of hazardous waste per unit of GDP) should play a more decisive role in investment project selection. It is critical that the government restructure the BOI promotional policies to favor environmentally sound investments and to promote industries that minimize pollutants per unit of value added.

Industrial estates should be encouraged (or required) to take more active roles in controlling pollution within their territory, taking advantage of proximity, homogeneity, and economies of scale in treatment, monitoring, and enforcement. The concept of the industrial estate can be used to consolidate new small-scale industries in order to minimize the cost of monitoring and coordination, and attain economies of scale in pollution control and infrastructure. While there are several backward and forward linkages between firms in an industrial zone, a loose demarcation of zones for "polluting" and "non-polluting" industries, with the latter encouraged to locate away from densely populated areas, might be an effective means of reducing the environment risk factor (Figure 4).

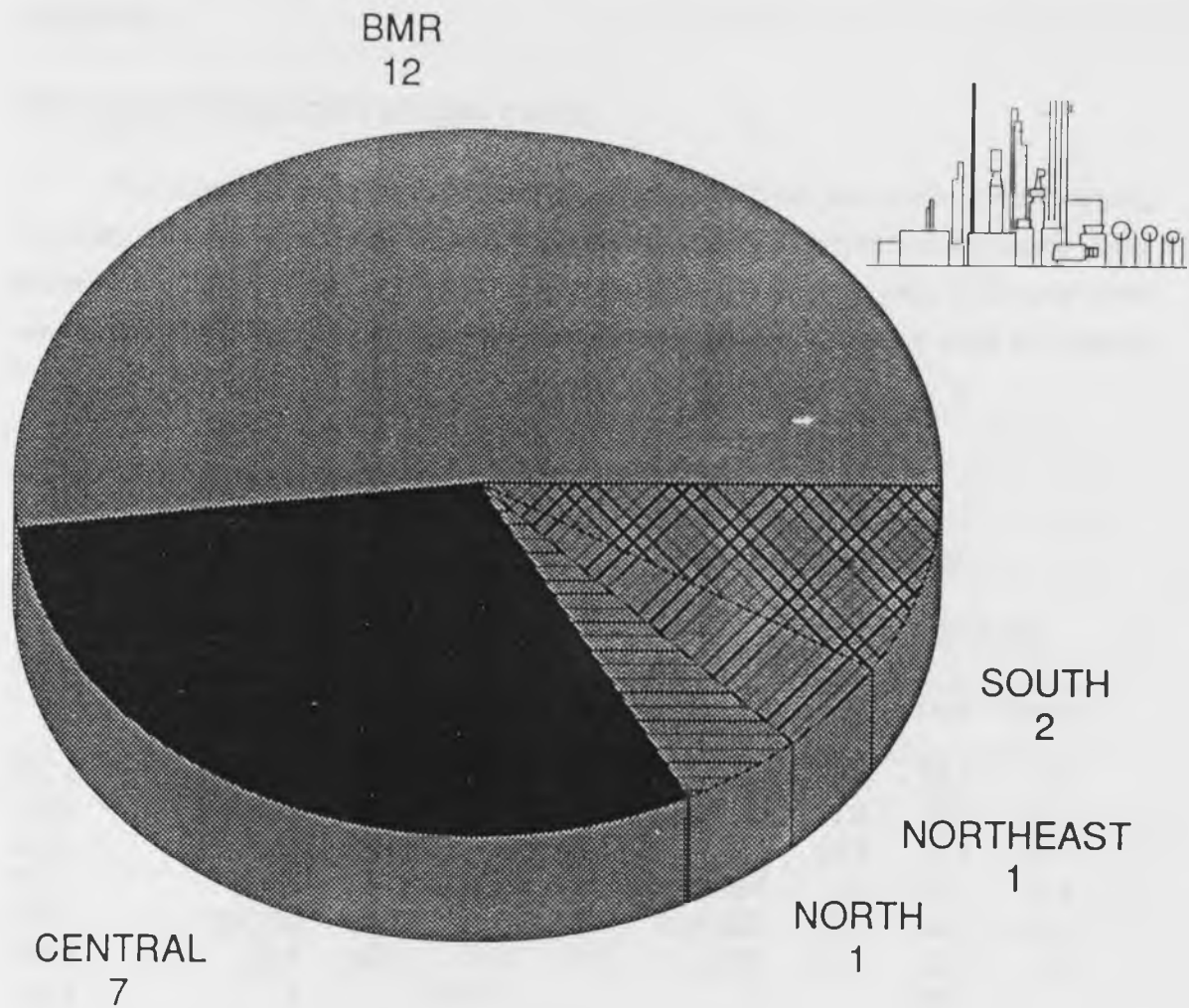


Figure 4 Number of Industrial Estates by Region (1989)

The government's policy to decentralize industry into the rural areas, to reduce congestion in Bangkok, and to spread the benefits of industrialization, should also take into account the environmental pros and cons of such a policy. A preferable alternative might be to promote a limited number of clusters of industry outside the BMR, rather than a comprehensive rural industrialization of the Taiwan model which is now experiencing a backlash because it has spread industrial pollution throughout the countryside.

### CHOOSING THE RIGHT ENERGY MIX

The impact of energy on the environment derives from fuel use in transportation, the power sector, and industry. Air pollution from industrial sources was discussed under industrial pollution. This section proposes policies for dealing with pollutants from transportation and the power sector as well as with greenhouse gases from all sources

**Table 14 Energy Emissions by Sector, by Type**

Unit: 1000 Tons per Year								
Emission	1988	Share by Sector (%)			2011	Share by Sector (%)		
		Ind.	Tran.	Power		Ind.	Tran.	Power
HC or VOC	813	1.5	41.2	0.1	1,693	1.4	88.1	0.4
NO <sub>x</sub>	401	10.8	66.6	11.8	2,077	11.6	60.0	26.4
SO <sub>2</sub>	552	26.4	23.1	44.4	3,186	26.8	10.8	60.3
CO	2,054	2.5	87.2	0.3	8,404	1.6	95.7	0.4
CO <sub>2</sub>	86,338	21.1	31.8	18.8	388,600	17.9	30.8	42.9
SPM	514	40.2	17.9	3.4	1,596	67.1	25.6	2.7
Lead	1	-	100.0	-	2	-	100.0	-

Source: Thailand Development Research Institute

### Transportation

To protect urban air quality from degradation, the government is planning to reduce lead in gasoline to 0.15 grams per liter, and the sulfur in diesel fuel to 0.5 percent (by weight) beginning in 1993. Although the planned reduction of lead content will stabilize lead emissions in the Bangkok area, the presence of lead in gasoline, even in reduced amounts, prohibits the use of catalytic converters in vehicles to trap SPM, CO, HC, and NO<sub>x</sub> emissions. The introduction of lead-free fuel should be initiated as soon as possible to enable the use of catalytic converters.

Modification of the refining process to produce lead-free gasoline will take 2-3 years. The government should formulate a policy for the production of lead-free gasoline by local refineries in addition to the production of low-lead fuel (0.15 grams per liter) being planned. Such a policy should be implemented as soon as possible because it will affect the design of the new greenfield refineries to be constructed during the Seventh Plan. Meanwhile, the government should establish a time frame to phase out leaded gasoline. This may not take very long since a preliminary survey by Shell indicates that only 12 percent to 15 percent of the existing car fleet (mostly older cars) require leaded gasoline for their engines. The rest of the fleet could immediately switch to lead-free fuel.

Initially, lead-free gasoline should be of mid-range grade (having octane of 92 RON). This should be an optimum octane level since both Shell and the Ministry of Commerce survey results indicate that 75 percent of the existing car fleet could run efficiently at this octane level.

Removing lead from gasoline will raise the price by about 0.5 baht per liter, and the cost of a catalytic converter amounts to only 3 percent to 4 percent of a new car price. Thus, the costs are relatively low and should be passed on to consumers. However the study recommends that the government equalize the prices of leaded and unleaded grades to promote the use of lead-free fuel in new and old vehicles (and to prevent "cheating" by new vehicle owners). The price of leaded gasoline would therefore be raised to match the unleaded grade, so that the users of leaded fuel help pay for the cost of lead removal. This would comply with the polluter-pays-principle and serve to discourage the use of leaded gasoline. The study also recommends that the level of sulfur in diesel fuel be reduced to 0.25 percent (by weight) rather than the 0.5 percent level targeted by the government. The 0.25 percent level conforms with international standards.

Currently, about 25 percent of total SO<sub>2</sub> emissions come from the transportation sector. The reduction of sulfur in diesel fuel to 0.25 percent would significantly slow down the increase of SO<sub>2</sub> emissions resulting from the expected high growth of diesel fuel consumption in the future. In addition, the government should establish a time frame to further reduce sulfur content in diesel fuel to enable the use of particulate traps in diesel engines. This will result in significant reduction of SPM emissions. Removing sulfur in diesel fuel will raise diesel prices by only about 0.2 baht per liter. This cost should be passed on to consumers of diesel fuel.

Within the medium-term time frame the government should aim to promote low-carbon fuel consumption and energy efficiency improvements. First, the policy to phase out leaded gasoline should continue as lead-free gasoline is making significant inroads toward full utilization. Second, by using price incentives, the government should encourage an increased use of LPG in vehicles and light trucks to slow consumption of gasoline and diesel fuel. Third, Bangkok's bus fleet should be gradually converted to run on CNG as that fuel becomes available in various parts of the city as a result of the proposed PTT's pipeline network.

As for efficiency improvements, efficiency standards on new passenger cars should be established. The goal is to reduce the current fleet-wide average fuel consumption of 11 liters per 100 kilometers to 8 liters per 100 kilometers (the United States standards) in the medium- to long-term time frame. An increase in fuel prices would be as effective as the setting of standards in attaining the efficiency target but less costly to the economy. Experience elsewhere has shown that proper fuel pricing will raise fleet efficiency as consumers demand more efficient cars with smaller engines.

Within the long-term time frame (8-10 years) the government should aim to achieve the proposed pollution control targets. All vehicles should be running on lead-free gasoline, LPG, or low-sulfur diesel fuel. Emission control standards should be established. At least 25 percent fleet-wide efficiency gains should be achieved. Transport demand controls should be established.

### **The Power Sector**

The government policy to reduce sulfur in fuel oil and establish emissions standards for industrial plants will reduce acid rain precursor emissions. This study recommends that the government establish equipment performance standards for SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> in new lignite power plants within a 2-3 year time frame. The target is to reduce

SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions at the lignite plants by 90 percent and 40 percent of the uncontrolled levels, respectively. These so-called "Phase I" standards are equivalent to the new source performance standards implemented in the United States in 1971. Thus, the proposed recommendation is relatively less stringent than the standards that are being enforced in Japan, Europe, and North America.

This "Phase I" standard would raise the power generation cost of a new lignite (300 MW) plant by 25 percent to 36 percent. However, the levelized cost over the entire generation system will be increased by only 3 percent to 4 percent. This added cost should be passed on to consumers.

In the medium-term, the government should set a time frame for "Phase II" standards which will further reduce SO<sub>2</sub> by 95 percent from the uncontrolled level. Although the Phase II standards would still be less stringent than the existing standards in most developed countries, they would substantially reduce acid rain precursor emissions from future power plants, and minimize potential damage resulting from these emissions.

In addition, the government should promote the use of natural gas in power generation to replace imported coal which is being planned by EGAT. The additional supply of natural gas (beyond that being produced domestically) could come from imports in the form of LNG, and from neighboring countries (via pipeline) in the form of joint natural gas development.

A broader fuel switch policy should examine the use of nuclear power generation. Serious evaluation of the nuclear option in terms of technology, pricing, waste disposal, and public acceptance should be carried out in the medium-term time frame. A fuel shift policy for power generation, together with the establishment of emissions standards at the lignite plants, will effectively reduce acid rain precursors in Thailand. However, a significant use of natural gas and the introduction of nuclear technology in Thailand will require in-depth considerations on various economic and technical factors such as the source of supply, fuel price, transportation cost, and the scope of technological transfer. Although these considerations are beyond the scope of this study, we recommend that serious assessments of these possibilities be initiated within the medium-term time frame.

### **Greenhouse Gas Emissions**

The above mentioned policies to improve fuel consumption efficiency and to change fuel mixes toward low-carbon fuels, such as LPG and natural gas, will effectively

reduce CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel consumption. According to our study, comprehensive environmental control measures (with a nuclear fuel option that meets 30 percent of EGAT's energy requirement) will cut CO<sub>2</sub> emission from energy consumption by 40 percent from the Base Case by the year 2011.

However, an effective greenhouse gas control policy must also consider the pattern of land use. This study has found that reforestation could effectively absorb significant amounts of CO<sub>2</sub> emissions. If a reforestation program of one million rai per year were implemented for 40 years, 16 million tons of CO<sub>2</sub> would be absorbed annually. This would be sufficient to absorb all of the incremental emissions originating from energy utilization which, on average, will grow by 13 million tons per year under the Base Case. That is, if the reforestation policy is carried out successfully as mentioned, the level of CO<sub>2</sub> emissions in the country will stabilize despite high growth of energy demand. However, in light of the difficulties associated with reforestation programs, major reductions in CO<sub>2</sub> may have to come from a comprehensive emission controls policy, to be supplemented by reforestation programs. This would be the most effective greenhouse gas policy for the country. Successful implementation of this policy will strengthen Thailand's position in responding to the international calls for greenhouse gas reductions. Furthermore, the combined policies would ensure that Thailand could maintain its CO<sub>2</sub> emission within the proposed quota system established on an emissions per capita basis (Table 15).

In addition to the above policy measures, the government should initiate research programs to develop non-conventional forms of energy such as solar, wind, and biomass. These are clean renewable resources that could be used to substitute for fossil fuels in the long run. The solar option should be seriously explored as research in solar cells has made significant progress in recent years. Solar energy will be most suitable for electricity supply in various remote areas of the country. It also has great potential for many other applications. We believe there is a good prospect for solar energy to become a major source of electricity supply in the future.

Energy conservation measures should be seriously carried out. Energy conservation, including proper pricing of all fuels, would lead to a more efficient use of energy. Energy efficiency is one of the most cost-effective means to control long-term energy pollution emissions.



**Table 15 Comparison of Thailand’s Carbon Released  
Due to Fuel Consumption and Deforestation**

Unit: Million Tons			
Year	Carbon Released due to Fuel Consumption a/	Carbon Released due to Deforestation	Total Carbon Released
1979	16	123	139
1981	16	112	128
1986	20	59	79
1988	23	35	58
1989	26	10	36
1991	30	10 b/	40
1996	41	10 b/	51
2001	56	10 b/	66
2006	76	10 b/	86
2011	106	10 b/	116

*Note:* a/ Includes fossil and renewable fuels

b/ Assuming that deforestation remains the same as the 1989 figure

*Source:* Thailand Development Research Institute

## MANAGING THE URBANIZATION-ENVIRONMENT CONFLICT

There is a wealth of policy instruments that can help ensure that land use and urban growth do not take place at the expense of the environment and the quality of life. They include: zoning, building codes, land readjustment, land and building taxes, impact and betterment fees, transferable development rights, and the strategic provision of infrastructure. No single instrument is sufficient to attain the complex objectives of land use planning. The most effective combination of land use planning instruments is one that: (1) does not create disparities in the value of adjacent land of similar quality, which would become both a source of inequity and an incentive for bribery; (2) establishes a link between private investment and expansion of public infrastructure; and (3) it is largely self-enforced. Current land use plans that rely exclusively on zoning are inequitable and ineffective because they fail to coordinate infrastructure decisions with private investments, they create artificial and self-destructive price differentials, and they do not generate the revenues necessary to sustain them.

### **Environmental Impact Fees**

An alternative instrument that has been used successfully in other countries is the environmental impact fee. Impact fees are single payments required to be made by manufacturers, builders, or developers at the time of development approval, and calculated to be proportionate to the cost of providing the physical infrastructure and environmental services needed to increase the carrying capacity of the land sufficiently to accommodate the new development and still protect the environment. They have been successfully employed in Taiwan and Korea, particularly for water supply and sewerage, and in the rapidly expanding urban areas of the United States and Canada for a wide range of urban services. The following list provides illustrative examples of potential uses of such fees:

- Flood protection
- Roads, water supply, sewerage, and sewage treatment
- Environmental auditors and monitoring equipment
- Parks and recreation
- Environmental funds to finance hazardous waste cleanup

The fees are charged against the primary beneficiaries of land conversion and development. They are charged at a time when the beneficiaries are in the best position to pay. The exact allocation of burden between the landowner, the developer, and the

purchaser, will depend on the elasticities of demand in the particular market. In a generally unconstrained land market, where there are multiple suppliers and the consumers are relatively sensitive to price changes, the cost is largely shifted backward to the landowner and the developer.

Under an environmental impact fee system, landowners and developers in certain designated areas are allowed to convert agricultural land to more intensive use only when they are prepared to pay for infrastructure improvements sufficient to adequately increase the carrying capacity of the land. The exact amount of such a fee is determined in advance in coordination with the land use planner. The exact amount of the required fee and the formulas used in determining it are published and made readily available to the public. An incentive system of this type operates in two ways:

1. It reduces demand for conversion of agricultural land by increasing the cost of conversion.
2. It increases the supply of funds available for controlling the environmental hazards associated with development.

In the United States and Canada, where these systems have been used most extensively, impact fees have been found to have four principle attractions:

1. They shift the burden of capital financing of infrastructure additions to the primary beneficiaries.
2. They synchronize the availability of funding for infrastructure with the increased demand created by development.
3. They reduce potential inequities among landowners and replace them with economic discipline.
4. They enhance the quality of life within communities by discouraging unwanted land uses and assuring that externalities associated with any such uses be reduced to the minimum.

In addition to these attributes, four other aspects seem particularly noteworthy for Thailand:

1. They represent a workable compromise between the rigidity and potentially questionable enforcement of a land zoning policy, with the flexibility of the market place.
2. They allow land markets to respond flexibly to unforeseen shifts in market demand.
3. They reduce the need for subjective case-by-case decisions and the opportunity and/or appearance of favoritism.
4. They help to increase financial and planning capabilities of local governments most heavily impacted.

Although environmental impact fees are normally collected by the institution charged with issuing building permits within the municipality, the fees could just as effectively be assigned to an escrow account to be released in installments as the required infrastructure was provided. Such an arrangement would avoid the need for provincial authorities to ever actually receive the funds and could thus assure that the impact fees would not be transferred to the central government and could truly remain for use in the area impacted.

Because a major source of the environmental problem in Samut Prakan and other suburban provinces is related to the continuing disparity between private sector growth and investment in infrastructure, we recommend that the land use control system in the BMR rely more heavily on indirect controls such as impact fees which can serve to restore the necessary link between private investment and environmental infrastructure.

In the United States and Canada, where urban and environmental impact fees have been used most extensively, impact fees normally represent between 4 percent and 8 percent of total capital investment. If, by contrast, an impact fee of only 1 percent were levied against new capital investment in Samut Prakan (or any other rapidly developing province in the region), this would nearly double the revenues potentially available for providing badly needed infrastructure.

Fees of this type have proven to be relatively easy to administer in the countries that have employed them and could be handled either at the provincial or municipal level in Thailand depending on the geographic jurisdiction in which they were located. In either case the calculation of the required fee must be based on publicly available objective criteria and there must be provision for retaining the fee proceeds at the local level so that they can be used to finance the needed infrastructure.

At the municipal level, urban environmental impact fees could be treated in a fashion similar to that of a property tax, as local municipalities already have the authority to collect and retain property taxes for local use. Where new land development and industrial investment falls under the jurisdiction of provincial authorities, however, some additional provision would have to be established to allow retention of fees collected. One such mechanism would be the establishment of an environmental trust fund or escrow account specifically earmarked for use in the locality impacted.

An impact fee of this type would address both the demand and supply side of urban and environmental infrastructure. While fees at the 1 percent level are not likely to have much impact on private investment, larger fees (in the 4 percent to 8 percent range) in heavily impacted areas could be used to reduce demand and redirect rapid growth toward areas in greater need of additional investment. At the same time, collection of these fees would assure that the supply of revenues available for urban and environmental infrastructure would rise in rough proportion to the growth in environmental impacts. Revenues would decline during years of declining private investment but, of course, during those years there would be less need for additional infrastructure.

Thus, an environmental impact fee of the type described can be a far more effective mechanism for controlling land use and the environmental impacts of rapid urbanization and industrialization, than the reliance on zoning or "Green Belt" policies alone. A "Green Belt" or conservation area can best be implemented in combination with the concept of transferable development rights (TDRs).

### **Transferable Development Rights (TDRs)**

TDRs are ideally suited to situations where the overriding objective is to limit overall density while preserving equity and minimizing government interference. Under the TDR approach if the goal were to limit a particular type of development to one-fourth the normal density, for example, each landowner would be issued one-fourth of a TDR for each rai of his land. The government would then require that all developers obtain at least one full TDR for every rai they sought to develop. Landowners under this system would then be free to trade or sell their TDRs for whatever amount buyers were willing to pay. Under such a system the losers (those who give up their rights to develop) are fully compensated by the gainers, and the mutual objective of limiting development within the designated area is achieved.

Variations of this approach can also provide for a portion of the development rights to be held initially by the government and then auctioned off to developers as a means to raise revenues for recovering the cost of necessary infrastructure. The auction system recently proposed by representatives of the Bangkok Metropolitan Authority is an example of the transferable development right concept. It recognizes the role of market demand in urban development and employs a market-based land use control system to achieve public objectives.

Systems of both types have been employed successfully in both North America and Western Europe for land use and pollution control, and a basic variant of this system has been used extensively in the United States to control the growing of certain agricultural commodities.

The concepts of transferable development rights and auctioning of permits for non-conforming uses should be explored as supplementary mechanisms that can both relax the current rigid zoning system, and employ market forces to discourage large numbers of non-conforming uses while raising revenues to mitigate their impacts.

## CONCLUSION

Industrialization, urbanization, and associated energy consumption have created innumerable benefits for the Thai society, ranging from employment to technological development, from export earnings to income growth, and from increased wealth to improved quality of life. But there is a price to be paid, in terms of industrial waste, urban congestion, and air pollution which lower the quality of life or require substantial resources to clean up. To safeguard, expand, and equitably share the benefits of industrialization, its environmental costs must be kept to a minimum, and paid by those who benefit from industrialization, urban growth, and energy consumption (both producers and consumers). The beneficiaries, who are also the polluters, can best afford the price of growth and industrialization, because it reflects only a small fraction of the benefits they enjoy. Moreover, they are in the best position to minimize environmental impacts by shifting to less-polluting products and cleaner technologies. Whether the beneficiary-pays-principle or the polluter-pays-principle is applied to allocate the environmental cost of industrialization, the burden would and should fall on the industry, the power plant, and the land developer, in the first instance, and, ultimately, on the consumers of the offending products.

Up to the present, the society at large was called to bear the environmental cost of industrialization by forgoing traditional uses of surface water, breathing foul air, and risking injury from hazardous waste. While the industrial sector was in its infancy, the urban population was small, and Thailand was struggling to industrialize, this may not have been a bad arrangement. But today Thai industry is among the most dynamic and rapidly growing industrial sectors in the world; Thailand is soon to become a newly industrialized country. Exposure of the general public to the risks of industrial waste, or relying on the taxpayer to foot the bill for cleaning up, is not befitting a modern industrial

sector attuned to its social responsibilities. It is not just that dumping industrial waste in public places is irresponsible, or that expecting the public to pay to clean it up unfair, but it is also inefficient and cost-ineffective. The public has no choice but to suffer or pay to clean up whatever waste industry chooses to leave behind, in whatever amounts. The public can do nothing to reduce the quantity of waste generated, while the industry which can, has no incentive to reduce or treat waste since it costs nothing to dump it. Similarly, the consumers of electricity, gasoline, and industrial products, and the landowners, developers, and users of urban land, generate pollution and congestion which they alone are able to control, but have no incentive to do so.

The policies recommended in this study aim to provide producers and consumers with the right incentives to control the byproducts of their activities, and to do so at the minimum cost possible and with the maximum of freedom of choice. To be sure, a price would have to be paid, but, if the policies recommended here are adopted, this price would be the lowest possible price and would be equitably shared. Thailand can be an industrialized economy and a clean and green country at the same time, if everyone accepts to pay the price, the full price, of progress and of a sustainable future.

# References

## Background Papers to this Synthesis Report

- Chongpeerapien T., S. Sungsuwan, P. Kritiporn, S. Buranasajja, and Resource Management Associates, 1990. *Energy and Environment: Choosing the Right Mix*, Thailand Development Research Institute, Bangkok.
- Kritiporn P., T. Panayotou and K. Charnprateep. 1990. *The Greening of the Thai Industry: Producing More and Polluting Less*. Thailand Development Research Institute (TDRI), Bangkok.
- Mekvichai B., D. Foster, S. Chomchan and P. Kritiporn. 1990. *Urbanization and Environment: Managing the Conflict*, Thailand Development Research Institute, Bangkok.

## Additional References

- Asian Population Program. 1987. *Population Mobility and Development Issues*. New York: United Nations.
- Department of Health. 1986. *"Review of Water Quality Monitoring Program in Thailand."*
- Department of Industrial Works. 1985. *Monitoring Results of Industrial Pollution*. Various reports. Ministry of Industry, Bangkok.
- Engineering Science, Inc., Thai DCI Co. Ltd. and System Engineering Co. Ltd. 1989. Main Report: *"National Hazardous Waste Management Volume 2"*. Report submitted to Office of National Environmental Board, Bangkok.
- Japan International Cooperation Agency (JICA). 1990. *"The Study on the Air Quality Management Planning for the Samutprakarn Industrial District in the Kingdom of Thailand"*. Final draft report submitted to the National Environment Board. Bangkok.
- JICA, *Medium to Long Term Road Improvement Plan: Main Report*, The Study on Medium to Long Term Improvement/Management Plan of Road and Road Transport in Bangkok in the Kingdom of Thailand. Report SSF-CR (3)-90-47(2), March 1990.
- IPCC Working Group No. I, *Policymakers' Summary of the Scientific Assessment of Climate Change*, International Panel on Climate Change, June 1990.
- IPCC Working Group No. II, *Policymakers' Summary of the Potential Impacts of Climate Change*.
- National Economic and Social Development Board (NESDB), 1987. *Sixth National Economic and Social Development Plan. (1987-1991)*.
- World Resources Institute, World Resources, 1987 and 1990/91.





*Rajapark Building, 163 Asoke, Sukhumvit Road, Bangkok 10110 Thailand*  
*Tel. 258-9012-7, 258-9027-9 Fax. 258-9046 Telex 20666 Rajapak TH*



This work is licensed under a  
Creative Commons  
Attribution – NonCommercial - NoDerivs 3.0 License.

To view a copy of the license please see:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

This is a download from the BLDS Digital Library on OpenDocs  
<http://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/>